

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

Postavení silniční nákladní dopravy v logistických
přepravních systémech

DISERTAČNÍ PRÁCE

UNIVERSITY OF PARDUBICE
JAN PERNER TRANSPORT FACULTY

The Road Cargo Transport Position
in Logistic Transport Systems

DOCTORAL DISSERTATION

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23. března 2011

Ing. Bedřich E. Rathouský

ABSTRAKT

Disertační práce se v analytické části věnuje problematice právních předpisů, silničních nákladních vozidel a souprav, zapojení silniční nákladní dopravy do logistických systémů a dopravě a logistice z pohledu systémové teorie. Ve druhé části je definován cíl a hypotézy práce. Třetí část je tvořena charakteristikami použitých vědeckých metod. Ve čtvrté části práce autor předkládá obecný návrh metodiky implementace kapacitních souprav do logistických přepravních systémů. V poslední (páté) části autor provádí aplikaci matematicky kvantifikovatelných kroků navržené metodiky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Logistické přepravní systémy; metodika; nedoprovázená kombinovaná přeprava; silniční nákladní doprava; silniční nákladní souprava s nestandardní délkou.

ABSTRACT

In analytic part, the doctoral dissertation deals with problem of legislation, road freight vehicles and road freight vehicle-combinations, the use of road cargo transport in logistic systems and transport and logistics from the view of system theory. In the second part, the aim and hypotheses of doctoral dissertation are defined. The third part is formed of scientific methods used in the doctoral dissertation and in the fourth part author's design of high-capacity vehicle-sets' implementation into logistic transport systems methodics is presented. The last part of the doctoral dissertation is formed of application design of mathematically-quantifiable steps of the methodics.

KEY WORDS

Logistic transport systems; methodics; unaccompanied combined transport; road cargo transport; road freight vehicle-combinations with non-standard length.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat všem, kteří mi pomohli při zpracování disertační práce. Největší dík patří mému školiteli **doc. Ing. Jaroslavu Kleprlíkovi, Ph.D.** za jeho čas a cenné rady, jež pomohly zvýšit kvalitu a přesnost předkládané práce. Rovněž bych chtěl velmi poděkovat svým rodičům za všestrannou podporu při studiu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

zkratka	ekvivalent v jazyce originálu	český ekvivalent
ABS	Anti Break-block System	protiblokovací brzdový systém
ACC	Adaptive Cruise Control	adaptivní tempomat
ACTS	Abroll Container Transport System	odvalovací kontejner
ASR	Anti-slip Regulation System	systém regulace prokluzu hnačích kol
ATP	Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables et aux engins spéciaux utiliser pour ces transports	Dohoda o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a o specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy
AWILOG	Abfall Wirtschaft Logistik	kontejner pro odpadovou logistiku
CATWOE	Customer, Actor, Transformation, Weltanschauung (World-view), Owner, Environment.	Zákazník, vykonavatel, transformace, „světový názor“, vlastník, okolí (prostředí).
ČD Cargo	České dráhy Cargo, a.s.	---
ČR	Česká republika	---
ČSN	Československá státní norma	---
EHK	Evropská hospodářská komise	---
EHS	Evropské hospodářské společenství	---
EMS	European Modular System	Evropský modulární systém
ES	Evropské společenství	---
ETT	En Trave Till	švédská modulární silniční souprava pro přepravu dřeva („jeden stoh navíc“)
EU	European Union	Evropská unie
GIS	Geographic Information System	Geografický informační systém
GVZ	Güterverkehrs Zentrum	centrum nákladní dopravy
HAS	Human Activity System	systém lidských aktivit
IPJ	intermodální přepravní jednotka	---
ISO	International Standardisation Organisation	Mezinárodní organizace pro standardizaci
ITS	Intelligent Transport Systems	inteligentní dopravní systémy (též „telematika“)
JIS	Just-in-Sequence	technologie „právě na sekvenci“
JIT	just-in-time	technologie „právě v čas“
KP	kombinovaná přeprava	---

zkratka	ekvivalent v jazyce originálu	český ekvivalent
LGS	Lane Guard System	system řízení jízdy v jízdém pruhu
MCA	Multi-criterial Analysis	multikriteriální analýza
MDČR	Ministerstvo dopravy České republiky	---
OSN	Organizace spojených národů	---
PHM	pohonné hmoty a maziva	---
PK	pozemní komunikace	---
plt	(euro) paleta	---
PPP	Public-Private Partnership	spolupráce veřejného a soukromého sektoru při financování projektů
RO-LA	Rollende Landstrasse	system doprovázené kombinované přepravy „ <i>pojízdná silnice</i> “
SCM	Steering Correction Mechanism	sedlový návěš DON-BUR se system řízených náprav
SND	silniční nákladní doprava	---
SRN	Spolková republika Německo	---
SSM	Soft System Methodology	metodologie měkkých systémů
SWOT	Strengths, Weaknesses, Oportunities and Threats	Analýza silných a slabých stránek, možností a ohrožení
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution	Metoda minimalizace vzdálenosti od ideální varianty

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VĚDECKÉHO POZNÁNÍ.....	11
1.1 Pojmy používané v disertační práci.....	11
1.1.1 <i>Pojmy definované právními předpisy</i>	11
1.1.2 <i>Pojmy definované autorem disertační práce</i>	12
1.2 Analýza právních předpisů	13
1.2.1 <i>Evropské právní předpisy</i>	13
1.2.2 <i>Právní předpisy České republiky</i>	17
1.3 Silniční vozidla používaná v logistických přepravních systémech	18
1.3.1 <i>Vozidla a soupravy používané pro dálkovou dopravu v zahraničí</i>	20
1.3.2 <i>Vozidla a soupravy používané pro dálkovou dopravu v České republice</i>	34
1.4 Analýza zapojení silniční nákladní dopravy do logistických systémů	37
1.4.1 <i>Analýza zapojení silniční nákladní dopravy v zahraničí</i>	37
1.4.2 <i>Analýza zapojení silniční nákladní dopravy v České republice</i>	40
1.5 Doprava a logistika z pohledu systémové teorie	42
1.6 Závěry analýzy současného stavu studované problematiky	44
2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE A HYPOTÉZY	47
3 ZVOLENÉ METODY ZKOUMÁNÍ.....	48
3.1 Charakteristiky použitých metod.....	48
3.1.1 <i>Metody teorie systémů a systémového přístupu</i>	48
3.1.2 <i>Metody operačního výzkumu</i>	49
3.1.3 <i>Metody teorie rozhodování</i>	50
3.1.4 <i>Výpočet vybraných technologických ukazatelů</i>	51
3.2 Shrnutí využití metod v disertační práci.....	52
4 NÁVRH METODIKY IMPLEMENTACE KAPACITNÍCH SOUPRAV DO LOGISTICKÝCH PŘEPRAVNÍCH SYSTÉMŮ	54
4.1 Vývojový diagram navrhované metodiky	54
4.2 Postupové kroky navrhované metodiky	59
4.2.1 <i>Rešerše a sběr vstupních dat</i>	60
4.2.2 <i>Rešerše a studium relevantních vědeckých metod</i>	66
4.2.3 <i>Aplikace teorie systémů na řešenou problematiku</i>	66

4.2.4	<i>Vytvoření seznamu uvažovaných silničních souprav a kategorizace těchto souprav podle účelu</i>	68
4.2.5	<i>Výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav</i>	68
4.2.6	<i>SWOT analýza uvažovaných silničních souprav</i>	92
4.2.7	<i>Identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA</i>	94
4.2.8	<i>Postupové kroky implementace soupravy s nestandardní délkou do logistických přepravních systémů</i>	102
5	APLIKACE NAVRŽENÉ METODIKY NA PROBLÉM URČENÍ OPTIMÁLNÍ SILNIČNÍ NÁKLADNÍ SOUPRAVY	115
5.1	<i>Aplikace teorie systémů na řešenou problematiku</i>	116
5.2	<i>Vytvoření seznamu uvažovaných silničních souprav a jejich kategorizace podle účelu</i>	120
5.3	<i>Výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav</i>	121
5.3.1	<i>Technologické ukazatele pro valníková vozidla</i>	121
5.3.2	<i>Technologické ukazatele pro nosiče IPJ</i>	125
5.4	<i>SWOT analýza uvažovaných silničních souprav</i>	129
5.5	<i>Identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA</i>	131
5.5.1	<i>Identifikace optimální valníkové soupravy</i>	131
5.5.2	<i>Kategorizace optimální valníkové soupravy</i>	136
5.5.3	<i>Identifikace optimálního nosiče IPJ</i>	136
5.5.4	<i>Kategorizace optimálního nosiče IPJ</i>	141
5.6	<i>Vyhodnocení výsledků aplikace navržené metodiky</i>	142
	ZÁVĚR	143
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	145
	SEZNAM OBRÁZKŮ	153
	SEZNAM TABULEK	154
	SEZNAM PŘÍLOH	155
	PUBLIKAČNÍ ČINNOST K TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE	156
	OSTATNÍ PUBLIKAČNÍ ČINNOST	157
	OSTATNÍ ČINNOST DOKTORANDA	158

ÚVOD

Silniční nákladní doprava (SND) má v přepravě věcí velmi důležitou roli. Její nezastupitelnost je v přepravách na krátké vzdálenosti (city-logistika, regionální přepravy do 50 km). Významná je i v přepravách na dlouhé vzdálenosti (nad 50 km – vnitrostátní, mezinárodní).

Prakticky od roku 1990 do roku 2008 včetně, docházelo dle [1] každoročně k nárůstu přepravních výkonů SND. Tento růst byl v roce 2009 přerušen globální hospodářskou krizí, která zasáhla průmyslová odvětví a návazně na to i odvětví dopravy.

Vysoká poptávka po SND byla, a v budoucnu, až nastane hospodářská konjunktura, opět bude vyvolána zejména tím, že zákazníci vyžadují levnou, rychlou, door-to-door, just-in-time (JIT) přepravu, kterou je SND, i přes zákazy jízd či mýtné, schopna zajistit. V současné době (rok 2010) je v České republice (ČR) cca 75 % všeho zboží přepravováno po silnici, 24 % po železnici a 1 % po vnitrozemských vodních cestách [1]. Podobnou bilanci mají i jiné evropské státy, s tím, že podíl železniční dopravy, či vnitrozemské vodní dopravy je v některých z nich, ve srovnání s ČR, vyšší [3]. V případě železniční dopravy je tomu tak například ve Švýcarsku a Rakousku, kde její vyšší podíl na přepravním trhu zaručuje zejména masivnější využívání systémů doprovázené a nedoprovázené kombinované přepravy (KP). Průměrná bilance nákladní dopravy v Evropské unii (EU) vychází následovně: 73 % silniční doprava, 17 % železniční doprava, 5 % vnitrozemská vodní doprava. Zbýlých 5 % připadá na potrubní dopravu [13].

Všechny státy EU, a samozřejmě nejen ty, se snaží zmírňovat negativní dopady SND. Asi nejdůležitějšími řešenými oblastmi jsou: *ochrana ovzduší* (přijímání stále přísnějších ekologických norem „Euro“), dále *dopravní nehodovost* – hmotné ztráty a ztráty na životech (systémy aktivní, pasivní a ponehodové bezpečnosti ve vozidlech) a rovněž *kongesce na pozemních komunikacích* (budování kapacitních komunikací a obchvatů měst a obcí).

Cílem disertační práce je navrhnout metodiku zapojení kapacitních silničních nákladních souprav (především souprav s nestandardní délkou) do logistických přepravních systémů ve dvou segmentech. Za prvé v segmentu přeprav mezi logistickými centry, v případě neexistence vhodné železniční infrastruktury, resp. v případě nevýhodnosti využití železniční dopravy na dané relaci. A za druhé v segmentu jejich využití při přepravě intermodálních přepravních jednotek mezi zákazníkem a logistickým centrem (terminálem kombinované přepravy).

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VĚDECKÉHO POZNÁNÍ

V první části této kapitoly autor uvádí stávající a navrhuje nové pojmy používané v disertační práci. Druhá část je tvořena analýzou relevantních právních předpisů – EU a ČR. Třetí část se věnuje konkrétním silničním nákladním vozidlům a (jízdním) soupravám používaným v evropských státech ve vazbě na jejich rozměry a hmotnosti a rovněž ve vazbě na jejich roli a potenciál využití v logistice.

Ve čtvrté části analýzy, která je z hlediska tématu disertační práce stěžejní, je analyzováno zapojení SND do logistických přepravních systémů. V páté části jsou doprava a logistika analyzovány jako systémové procesy. Poslední část této kapitoly shrnuje poznatky vyplývající z analýzy provedené v kapitolách 1.1 až 1.5 a jsou zde rovněž vymezeny nedostatky, které je třeba odstranit. Z těchto nedostatků je proveden výběr, který bude předmětem řešení disertační práce.

1.1 Pojmy používané v disertační práci

Tato kapitola je zaměřena na pojmy v oblasti SND. První část shrnuje pojmy definované vybranými právními předpisy EU a ČR. Druhá část obsahuje pojmy, které autor pro potřeby disertační práce zavádí.

1.1.1 *Pojmy definované právními předpisy*

Pojmy v oblasti SND, které budou v disertační práci používány, jsou upraveny především těmito **právními předpisy EU** (Směrnice, Nařízení, Rozhodnutí): [2], [6] a [19].

Literatura [2] definuje v *článku 2* pojmy: vozidlo, přívěs, návěs, přívěsová souprava, návěsová souprava, maximální přípustné rozměry, maximální přípustná hmotnost, maximální přípustné zatížení nápravy.

Literatura [6] definuje v *článku 4* tyto pojmy: silniční doprava, vozidlo, motorové vozidlo, tahač, přívěs, návěs, řidič, dopravce, maximální přípustná hmotnost, přestávka v řízení, doba odpočinku.

Literatura [19] definuje v *článku 1* tyto pojmy: silniční doprava, vozidlo, motorové vozidlo, tahač, přívěs, návěs, řidič.

V oblasti **právních předpisů ČR** jsou používány pojmy definované literaturou [16], [10], [4], [47] a [55].

Literatura [16] v § 2 definuje pojmy: silniční doprava, vnitrostátní silniční doprava, mezinárodní silniční doprava, kombinovaná doprava.

Literatura [10] v § 2 a literatura [4] v § 1 definují pojmy: silniční vozidlo, přípojné vozidlo, motorové vozidlo, nemotorové vozidlo, jízdní souprava, pevná nástavba vozidla, výměnná nástavba vozidla, největší povolená hmotnost, největší technicky přípustná hmotnost vozidla, největší technicky přípustná hmotnost na nápravu, největší technicky přípustná hmotnost naložené jízdní soupravy, okamžitá hmotnost vozidla, okamžitá hmotnost jízdní soupravy, provozní hmotnost vozidla.

Literatura [47] stanoví dopravní pojmy v § 2. Pro potřeby disertační práce jsou důležité zejména tyto: řidič, vozidlo, nemotorové vozidlo, motorové vozidlo, jízdní souprava, dálnice, silnice pro motorová vozidla.

Literatura [55] definuje v § 2 a §§ 4 až 7 pojmy: pozemní komunikace, dálnice, silnice.

Dále jsou pojmy z oblasti SND definovány v Československých a Českých státních normách. Jde například o normu ČSN 01 8500 *Základní názvosloví v dopravě* a ČSN 30 0026 *Základní automobilové názvosloví* [60] [64].

Z provedené analýzy pojmů v právních předpisech v oblasti SND je zřejmé, že řada pojmů je definována ve více právních předpisech současně. Pro potřeby disertační práce je nutné zavést a definovat další pojmy (viz kapitola 1.1.2), které budou v disertační práci používány.

1.1.2 Pojmy definované autorem disertační práce

Na základě prostudování pojmů definovaných právními předpisy v kapitole 1.1.1 a ve vazbě na kapitulu 1.3, autor disertační práce zavádí a definuje tyto pojmy:

- **dvoupodlažní vozidlo** – je *motorové nebo nemotorové (přípojné) vozidlo* s pevnou, nebo výměnnou nástavbou, vybavenou dvěma podlahami; dvoupodlažní přípojné vozidlo může být běžné, nebo speciální stavby – detailní charakteristika viz kapitola 1.3, strany 22 až 27;
- **standardní (silniční) souprava** – je *jízdní souprava*, která vyhovuje právním předpisům upravujícím povolené rozměry a hmotnosti – literatura [2] a [4]; může být v provedení jako jednopodlažní, nebo dvoupodlažní;

- **(silniční) souprava s nestandardní délkou** – je *jízdní souprava*, jejíž délka, případně i největší hmotnost (u souprav European Modular System a souprav En Trave Till) není v souladu s literaturou [2], resp. [4]; může být v provedení jako jednopodlažní, nebo dvoupodlažní; touto soupravou se rozumí souprava:
 - sedlový tahač + sedlový návěs s prodlouženou nástavbou (Eurotrailer, SCM apod.),
 - European Modular System,
 - En Trave Till;
- **kapacitní (silniční) souprava** – je standardní souprava tvořená dvoupodlažními vozidly nebo souprava s nestandardní délkou (jednopodlažní, dvoupodlažní, kombinace).

1.2 Analýza právních předpisů

V silniční dopravě existuje mnoho právních předpisů, „evropských“ (Směrnice, Nařízení, Rozhodnutí) i národních (zákony, vyhlášky, nařízení vlády). Všechny právní předpisy EU jsou dostupné z [8]. Právní předpisy ČR jsou dostupné z [9]. Například literatura [11] uvádí celkem 37 Směrnic a Nařízení vztahujících se k silniční dopravě a literatura [12] uvádí 45 zákonů a vyhlášek ČR vztahujících se k silniční dopravě.

1.2.1 Evropské právní předpisy

Pro potřeby disertační práce jsou důležitá ustanovení zejména těchto právních předpisů:

- Směrnice 96/53/ES,
- Nařízení 561/2006,
- Nařízení 3821/85.

Předpisem týkajícím se povolených rozměrů a hmotností silničních vozidel a jízdních souprav je **Směrnice Rady Evropské unie 96/53/ES** [2], kterou se pro určitá vozidla provozovaná v rámci Společenství stanoví *maximální přípustné rozměry pro vnitrostátní a mezinárodní provoz a maximální přípustné hmotnosti pro mezinárodní provoz*. Směrnice [2] má celkem pět příloh, z nichž jsou, pro potřeby této práce, nejdůležitější první dvě. **Příloha č. I definuje konkrétní limity rozměrů a hmotností vozidel (motorových a přípojných) a jízdních souprav vozidel.** Příloha č. II se zabývá podmínkami pro uznání pružení vozidla za rovnocenné vzduchovému – řada hmotnostních limitů je v případě vzduchového pružení vozidla vyšší.

V literatuře [2] jsou upraveny zejména tyto oblasti:

- 1) délka, šířka a výška motorových vozidel a přípojných vozidel,
- 2) délka, šířka a výška silničních jízdních souprav,
- 3) požadavky na otáčení motorových vozidel a jízdních souprav,
- 4) maximální přípustné hmotnosti na nápravu, tandemovou nápravu a trojnápravu,
- 5) maximální přípustné hmotnosti vozidel podle počtu jejich náprav a typu pružení (mechanické, vzduchové),
- 6) maximální přípustné hmotnosti jízdních souprav podle jejich typu (přívěsová, návěsová) a podle počtu náprav motorového a přípojného vozidla v soupravě.

Pro potřeby disertační práce jsou relevantní zejména limity týkající se maximální délky jízdní soupravy, limity maximální přípustné hmotnosti jízdní soupravy a ustanovení o požadavcích na otáčení vozidel a jízdních souprav. Tyto hodnoty podle [2] shrnuje tabulka Tab. 1.

Tab. 1 Vybrané limity rozměrů a hmotností vozidel podle Nařízení 96/53/ES

VELIČINA	LIMITNÍ HODNOTA / OMEZENÍ
maximální délka přívěsové soupravy	18,75 m
maximální délka návěsové soupravy	16,5 m
maximální přípustná hmotnost jízdní soupravy o pěti a více nápravách	40 t
maximální přípustná hmotnost návěsové soupravy vezoucí kontejner ISO 1 A	44 t
ustanovení o otáčení	každé motorové vozidlo nebo souprava musí být schopné otočit se v kruhu, v němž nejsou překážky, o vnějším poloměru 12,5 metru a vnitřním poloměru 5,3 metru

Zdroj: [2]

U návěsové soupravy vezoucí kontejner ISO 1A musí být splněna podmínka využití třinápravového tahače a alespoň dvounápravového návěsu.

Český překlad literatury [2] hovoří v oblasti maximální přípustné hmotnosti *přípojných vozidel* pouze o limitech pro přívěsy. **Jak bylo zjištěno, slovenský překlad**

Směrnice 96/53/ES [5] hovoří obecně o „přípojném vozidle“ a stanovuje tedy stejné limity jak pro přívěs, tak pro návěs. **Originální anglická verze [7]** hovoří opět jen o přívěsech. Návěsům se anglická a česká verze Směrnice věnují pouze v souvislosti s návěsovými soupravami. **Maximální hmotnost čtyřnápravového přípojného vozidla není v literatuře [2] definována vůbec.** Přitom například ve Švédsku se běžně používají čtyřnápravové přívěsy, jak dokládá silniční nákladní souprava na Obr. 1, či literatura [66] a [70]. Lze však předpokládat, že pro výpočet maximální hmotnosti těchto přípojných vozidel je možno aplikovat limity stanovené pro zatížení dvounápravy (na základě rozvoru těchto dvou náprav). Pokud jde o **maximální hmotnost čtyřnápravového motorového vozidla**, tak [2] ji nestanovuje paušálně jednou hodnotou jako literatura [4], ale počítá ji dle vztahu (1):

$$G_{4np}^{\max} = 5 * R \leq 32 \quad [t] \quad (1)$$

kde:

G_{4np}^{\max} – maximální hmotnost čtyřnápravového motorového vozidla [t];

R – rozvor mezi nejzadnější přední a nejzadnější zadní (čtvrtou) nápravou vozidla [m];

32 – omezující podmínka pro největší hmotnost čtyřnápravového motorového vozidla [t].

Ze vztahu (1) vyplývá, že například motorové nákladní vozidlo na Obr. 1, které bude mít rozvor mezi první a čtvrtou nápravou 6 metrů, může mít maximální hmotnost: $5 * 6 = 30$ **tun**. Identické vozidlo při vnitrostátním provozu v ČR může dle [4] vážit **32 tun**. Stejná hodnota (32 tun) je v [2] stanovena jako horní limit pro hmotnost čtyřnápravového motorového vozidla – viz vztah (1).



Zdroj: [69]; úprava autor

Obr. 1 Čtyřnápravový nákladní automobil s čtyřnápravovým přívěsem

Disertační práce akceptuje platnou právní úpravu rozměrů a hmotností silničních nákladních vozidel a souprav. Bude se však zabývat i silničními nákladními soupravami, které aktuální právní úpravě rozměrů a hmotností nevyhovují. Úlohou práce ale nebude komplexně měnit platné právní předpisy – ani EU, ani ČR (literatura [2] a [4]). Bude pouze navržena úprava vybraných ustanovení tak, aby mohly být v logistických přepravních systémech používány soupravy European Modular System (EMS), En Trave Till (ETT) či soupravy tahače s návěsem Eurotrailer.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady 561/2006/ES [6] hovoří o harmonizaci některých předpisů v sociální oblasti týkající se silniční dopravy. Toto Nařízení se vztahuje na řidiče ze členských států EU, kteří provádějí vnitrostátní přepravu ve členském státě EU nebo mezinárodní přepravu mezi členskými státy EU. Jsou zde definovány limity dob řízení, přestávek v řízení a dob odpočinku. Nařízení [6] definuje časové limity práce jednoho řidiče i práci více řidičů v jednom vozidle.

Nejdůležitějšími limity práce řidiče podle [6] jsou zejména:

- 1) nepřetržitá doba řízení (4,5 h);
- 2) přestávka v řízení (nejpozději po 4,5 h přestávka min. 0,75 h; nebo dělená přestávka: min. 0,25 h vložit do doby řízení a poté druhá část o délce min. 0,5 h);
- 3) denní doba řízení (9 h; 2x/týden 10 h);
- 4) denní doba odpočinku (11 h; 3x/týden 9 h; dělená: 3h + 9h);
- 5) týdenní doba řízení (56 h);
- 6) týdenní pracovní doba (60 h; průměr za čtyři měsíce maximálně 48 h);
- 7) týdenní doba odpočinku (45 h; zkrácená: 24 h).

Nařízení Rady (EHS) č. 3821/85 [18] o záznamovém zařízení v silniční dopravě, řeší konstrukci, montáž, užívání a zkoušení záznamových zařízení (tzv. *tachografů*), která musí být instalována ve vozidlech stanovených *článkem 4* v **Nařízení Rady (EHS) č. 3820/85 [19]**. Jde například o vozidla určená pro přepravu zboží s maximální přípustnou hmotností včetně návěsu nebo přívěsu překračující 3,5 tuny.

Nařízení [18] řeší jak analogové, tak digitální tachografy. V oblasti analogových tachografů Nařízení [18] stanovuje, že řidič musí mít u sebe dostatečný počet záznamových listů do tachografu – tzv. „*tachografových kotoučků*“ zejména s ohledem na dobu trvání (počet dnů) přepravy.

V současnosti vyráběná vozidla nad 3,5 tuny celkové hmotnosti jsou již vybavována výhradně *digitálními tachografy*. Důvodem je detailnější a přesnější kontrola řidičů. Řidiči vozidel vybavených digitálním tachografem musí vlastnit a používat kartu řidiče. Má-li řidič vydánu kartu řidiče, musí ji předložit ke kontrole (spolu se záznamovými listy) kontrolním orgánům i v případě, že právě řídí vozidlo vybavené tachografem analogovým. Kromě karty řidiče definuje Nařízení [18] ještě kartu podniku (dopravce), kartu dílny a kontrolní kartu. Uvedené karty se liší svou barvou a funkcemi.

1.2.2 Právní předpisy České republiky

Z právních předpisů ČR budou pro disertační práci nejdůležitější tyto:

- Zákon č. 56/2001 Sb.,
- Vyhláška č. 341/2002 Sb.,
- Zákon č. 111/1994 Sb.,
- Vyhláška č. 478/2000.

Kategorie vozidel jsou stanoveny v příloze **zákona č. 56/2001 Sb.** [10], o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, a vycházejí z předpisu EHK OSN č. R1 a R2 [14]. Pro úplnost je možno uvést, že vyšší limity (délky a výšky) stanovené pro soupravy sloužící k přepravě vozidel nemá jen ČR, ale dle [15] je má například i Spolková republika Německo (SRN).

V oblasti povolených rozměrů a hmotností silničních vozidel a souprav se pro vnitrostátní přepravy v ČR aplikuje literatura [2], nebo **Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb.** [4], o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Literatura [4] definuje některé limity rozměrů a hmotností odlišně od [2], respektive definuje několik limitů, o nichž se [2] nezmiňuje.

Základní odlišnosti v [4] oproti [2] jsou tyto:

- délka soupravy motorového vozidla s přípojným vozidlem kategorie O4 určené pro přepravu vozidel může být až 20,75 m;
- výška soupravy motorového vozidla N3 s přípojným vozidlem kategorie O4 určené pro přepravu vozidel může být až 4,2 m;

- hmotnost soupravy může být až 48 t;
- do celkové délky motorového vozidla nebo soupravy se nepočítá délka nakládacího satelitního vozíku, umístěného v přepravní poloze na zádi vozidla/soupravy, pokud tento vozík nepřesahuje vozidlo/soupravu o více jak 1,2 m.

Hlavní limity vztahující se k nákladním vozidlům, které [4] definuje navíc, oproti [2]:

- motorové vozidlo se čtyřmi a více nápravami může mít hmotnost až 32 t;
- přípojné vozidlo se čtyřmi a více nápravami může mít hmotnost až 32 t.

Předmětem návrhové části disertační práce nebude komplexní změna právního předpisu [4], resp. [2], ale pouze doporučení změny konkrétních ustanovení, týkajících se například celkové délky soupravy. Cílem těchto doporučení bude umožnit provoz souprav s nestandardní délkou v režimu všeobecného užívání pozemních komunikací.

Pro podnikání v silniční dopravě v ČR je důležitý **zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě**, ve znění pozdějších předpisů. [16] Tento zákon upravuje podmínky podnikání v silniční dopravě (dobrá pověst, odborná způsobilost, finanční způsobilost, koncese), práva a povinnosti fyzických a právnických osob a rovněž pravomoc a působnost orgánů státní správy na tomto úseku. **Pro potřeby disertační práce je důležité zejména ustanovení týkající se technické základny** (zejména silničních vozidel), používané dopravcem.

K literatuře [16] je vztažena **vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 478/2000 Sb.**, kterou se provádí zákon o silniční dopravě [17]. Hlavními oblastmi, které [17] řeší, jsou: způsob vedení záznamu o době řízení vozidla, bezpečnostních přestávkách a době odpočinku a záznamu o provozu vozidla, časové limity práce řidičů vybraných vozidel, podmínky pro vydání povolení k provozování silniční dopravy pro cizí potřeby, způsoby označování vozidel, odbornou způsobilost a zkoušky z odborné způsobilosti, přepravy nebezpečného zboží, zahraniční vstupní povolení, aj.

1.3 Silniční vozidla používaná v logistických přepravních systémech

Analýza používaných silničních nákladních vozidel a souprav je zaměřena na jejich *technicko-přepravní charakteristiky*, důležité pro návrhovou část disertační práce, tedy kapitoly 4 a 5.

Vyjdeme-li z kategorizace uvedené v literatuře [68], pak můžeme silniční nákladní vozidla a jízdní soupravy (dále jen soupravy) rozdělit do následujících segmentů:

- 1) vozidla pro dálkovou dopravu (long-haul),
- 2) vozidla pro regionální a místní dopravu (distribution),
- 3) vozidla pro stavebnictví a terénní vozidla (construction),
- 4) vozidla pro speciální účely – např. pro přepravy nadrozměrných zásilek (special-purpose).

Pro potřeby disertační práce bude stěžejní segment vozidel uvedený v bodech 1 a 2. Následující analýza je provedena zvlášť pro zahraničí, vybrané státy EU – zejména SRN, Švédsko, Nizozemsko a Velkou Británii (kapitola **1.3.1**) a zvlášť pro ČR (kapitola **1.3.2**).

Disertační práce se v návrhové části zabývá kromě vozidel/souprav určených k přímé SND i **vozidly/soupravami určenými pro využití v režimu nedoprovázené kombinované přepravy – konkrétně nosiči kontejnerů a výměnných nástaveb**. Literatura [20] a [33] uvádí, že se v tomto segmentu používají (v Evropě a v ČR) zejména tato vozidla a soupravy:

1) **v režimu přepravy kontejnerů ISO:**

- a) nákladní automobil,
- b) souprava: nákladní automobil + točnicový přívěs,
- c) souprava: tahač + sedlový návěs,
- d) souprava EMS: nákladní automobil + dolly + sedlový návěs,
- e) souprava EMS: tahač + návěs interlink + sedlový návěs;

2) **v režimu přepravy výměnných nástaveb:**

- a) nákladní automobil,
- b) souprava: nákladní automobil + točnicový přívěs,
- c) souprava: nákladní automobil + tandemový přívěs,
- d) souprava: tahač + sedlový návěs Eurotrailer,
- e) souprava EMS: tahač + sedlový návěs + tandemový přívěs,
- f) souprava EMS: nákladní automobil + dolly + sedlový návěs,
- g) souprava EMS: nákladní automobil + dolly + vertikálně manipulovatelný sedlový návěs.

Výměnné nástavby se na soupravách EMS v bodě **2e** přepravují *na tandemovém přívěsu* (viz Obr. 2), na soupravách v bodě **2f** (resp. **2g**) se přepravují *na nákladním automobilu* (viz Obr. 3).



Zdroj: [98]

Obr. 2 Tahač s návěsem a tandemovým přívěsem



Zdroj: [98]

Obr. 3 Nákladní automobil s podvozkiem dolly a vertikálně manipulovatelným návěsem

Jak je možno vidět z Obr. 3, **soupravy EMS mohou sloužit i pro přepravy vertikálně manipulovatelných sedlových návěsů**. Tento segment přeprav nebude předmětem návrhů disertační práce, je uveden jen pro úplnost. Provedení výměnných nástaveb, sedlových návěsů a vertikálně manipulovatelných sedlových návěsů může být jednopodlažní, či dvoupodlažní.

1.3.1 Vozidla a soupravy používané pro dálkovou dopravu v zahraničí

Pro dálkovou dopravu se v zahraničí používají zejména motorová nákladní vozidla, přípojná vozidla a soupravy těchto vozidel:

- 1) jednopodlažní motorová nákladní vozidla;
- 2) jednopodlažní přípojná vozidla:
 - a) přívěsy:
 - i) s rejdovnou nápravou (též *točnicové přívěsy*),
 - ii) s jednou centrální nápravou,

- iii) s více centrálními nápravami (dvounápravové – tzv. „*tandemové přívěsy*“; třínápravové – tzv. „*tridemové přívěsy*“),
- iv) dolly (tzv. „*točnicový podvozek*“ používaný v soupravách EMS);
- b) sedlové návěsy;
- 3) dvoupodlažní motorová nákladní vozidla;
- 4) dvoupodlažní přípojná vozidla:
 - a) běžné (standardní) stavby – konstrukčně vycházejí z jednopodlažních vozidel,
 - b) speciální stavby;
- 5) sedlové návěsy s prodlouženou nástavbou – „Eurotrailer“;
- 6) sedlové návěsy s prodlouženou nástavbou – „SCM“;
- 7) soupravy „European Modular System“ (EMS);
- 8) soupravy „En Trave Till“ (ETT).

Vozidla, resp. soupravy vozidel uvedených v bodech 1 a 2 (kromě bodu 2a-iv) jsou v logistice používány naprosto běžně, proto je jejich následující analýza jen velmi stručná. Stěžejní část analýzy bude věnována vozidlům/soupravám uvedeným v bodech 3 až 8, protože jde o kapacitní vozidla/soupravy, které budou předmětem návrhů jejich zapojení do logistických přepravních systémů.

JEDNOPODLAŽNÍ VOZIDLA A SOUPRAVY

Trend v logistických přepravních řetězcích jde cestou přeprav velkých objemů zboží s nízkou hmotností. Často jsou proto používána vozidla/soupravy (jednopodlažní, dvoupodlažní) se sníženou výškou rámu – tzv. „*low-deck*“. Výška rámu pak předurčuje efektivní ložnou výšku nástavby vozidla.

Například literatura [71] definuje čtyři typy výšek rámu vozidla:

- 1) normální (normal),
- 2) snížená (low),
- 3) extra snížená (extra-low),
- 4) zvýšená (high).

Výše uvedenou kategorizaci lze aplikovat jak pro vozidla/soupravy *jednopodlažní*, tak *dvoupodlažní*. Pro přepravy zboží po pozemních komunikacích (PK) se používají vozidla uvedená v bodech 1 až 3. Bod 4 je uveden jen pro úplnost, neboť jde o vozidla určená především pro provoz v terénu. Vozidla tohoto segmentu předmětem práce nejsou.

DVOUPODLAŽNÍ VOZIDLA A SOUPRAVY

Hlavním důvodem využívání dvoupodlažních vozidel je maximalizace využití právními předpisy (především [2] a [4]) omezeného ložného prostoru silničních nákladních vozidel – zejména v případech, kdy není přepravovaný náklad stohovatelný. Právě v těchto případech se kapacita vozidla, pokud jde o počet přepravených europalet, zdvojnásobuje. Kromě efektivního využití vozidla/soupravy má nasazování dvoupodlažních vozidel přínosy i v oblasti ekologie, konkrétně v menší produkci škodlivých emisí (CO₂, apod.).

V logistických přepravních řetězcích se v oblasti dvoupodlažních vozidel používají zejména tyto soupravy:

- 1) motorové nákladní vozidlo + točnicový přívěs;
- 2) motorové nákladní vozidlo + tandemový přívěs;
- 3) sedlový tahač + sedlový návěs (též jen „*tahač + návěs*“).

Návěsy a tandemové přívěsy mohou být stavby/konstrukce:

- běžné (standardní),
- speciální.

Dvoupodlažní vozidla/soupravy **běžné stavby** se svým vnějším vzhledem neliší od vozidel/souprav, které druhou podlahou vybavena nejsou (viz Obr. 4 až 7).

Podle [20] mohou být druhou podlahou vybavena motorová vozidla, přívěsy (s centrální nápravou/nápravami, točnicové) i návěsy. Druhou podlahou je možné vybavit vozidlo s pevnou valníkovou, skříňovou, chladicí, mrazicí nástavbou, či výměnnou nástavbou (skříňovou, s plachtou apod.). **Podle [20] je jejich hlavním přínosem lepší využití užitečné hmotnosti a kapacity ložného prostoru – zejména v případech, kdy náklad na paletách není stohovatelný.** Je-li vnitřní výška nástavby tři metry, pak na obě patra připadá cca 1,4 metru. Druhá podlaha však podle [20] nemusí být umístěna vždy přesně v polovině nástavby, její poloha je variabilní. Je možné ji přizpůsobit podle konkrétních potřeb, podle konkrétního nákladu. Na Obr. 4 je vidět, že druhá podlaha v první sekci ložného prostoru (za kabinou) je umístěna níže, než v sekci druhé a třetí. Analogicky je možno přizpůsobovat polohu druhé podlahy v přípojných vozidlech.



Zdroj: [21]

Obr. 4 Příklad variability druhé podlahy v nákladním automobilu

Podle [21] dosahuje kapacita dvoupodlažní valníkové přívěsové tandemové soupravy až 74 euro-palet. Valníkové návěsové soupravy dosahují hodnot okolo 68 euro-palet. V případě mrazících návěsů je kapacita kvůli širším stěnám nižší – okolo 60 euro-palet. Rozměry a hmotnosti těchto vozidel splňují platné právní předpisy [2] resp. [4], proto jsou tato vozidla v logistických přepravních systémech běžně využívána. Další příklady používaných dvoupodlažních souprav *běžné stavby* jsou na Obr. 5 až 7.



Zdroj: [72]

Obr. 5 Nákladní automobil s točnicovým přívěsem



Zdroj: [73]

Obr. 6 Nákladní automobil s tandemovým přívěsem běžné stavby



Zdroj: [74]

Obr. 7 Tahač s návěsem běžné stavby

Pro úplnost práce uvádí, že například ve Spojených státech Amerických, v Austrálii a na Novém Zélandu, ale také ve Skandinávii se běžně používají točnicové přívěsy se dvěma (případně třemi) nápravami na točnicovém podvozku – viz Obr. 1.

Mezistupněm mezi vozidly běžné stavby a speciální stavby jsou *sedlové návěsy s lomenou ložnou plochou* (též tzv. návěsy s labutím jhem, či krkem), označované dle [42] jako **návěsy Jumbo**. Příklad návěsu typu Jumbo je na Obr. 8.



Zdroj: [75]

Obr. 8 Tahač s návěsem typu Jumbo

Jak uvádí literatura [76], lze návěsy Jumbo vybavit druhou podlahou. Podle [76] se díky využívání *dvoupodlažních Jumbo-návěsů* při přepravách potravin ušetřilo v letech 2007-2009 ve Velké Británii 124 000 000 mil, tedy 198 400 000 km. Tento údaj odpovídá úspoře 2 000 čtyřicetitunových nákladních souprav v silničním provozu, resp. úspoře 60 000 000 litrů nafty za rok, resp. úspoře 144 000 tun CO₂ za rok. Návěsy byly využívány **v rámci britského projektu „ECR UK for Sustainable Distribution“**. Asociace IGD, která tento projekt zastřešovala, splnila čtyřletý plán úspory 120 milionů mil o rok dříve, než plánovala. Nástrojem úspory byly podle [76] právě dvoupodlažní návěsy Jumbo a dále tzv.

„*truck-sharing*“ (tedy „sdílení nákladních vozidel“), které pomohly minimalizovat prázdné jízdy a optimalizovat využití ložného prostoru.

Dvoupodlažní vozidla *speciální stavby* se od vozidel běžné stavby liší zejména svým charakteristickým vzhledem. Jde především o:

- speciální nízkoložné návěsy 2WIN,
- speciální nízkoložné tandemové přívěsy,
- speciální návěsy Paneltex.

Podle [22] a [23] existuje několik variant speciálních *dvoupodlažních návěsů 2WIN*, které se navzájem liší konstrukcí nástavby a také technologií ložných operací. Kapacita těchto návěsů je, v závislosti na konstrukci, až 55 euro-palet. Volná ložná výška na obou patrech je až 1,8 metru. A podle [24] je jejich užitečná hmotnost 25 tun. **Podle [22] praktické zkušenosti s návěsy 2WIN ukazují, že dvě soupravy 2WIN odvezou stejné množství europalet jako tři standardní (jednopodlažní) návěsové soupravy.** Díky využívání návěsů 2WIN je možné snížit náklady na pohonné hmoty, mýtné a pneumatiky. Literatura [25] uvádí, že provozní hmotnost dvoupodlažních návěsů společnosti Van Eck je 10,6 tuny, to například v literatuře [22] chybí. Pro porovnání: standardní valníkový návěs s plachtou má provozní hmotnost cca 7 tun. Příklady souprav tahače s návěsem 2WIN jsou na Obr. 9.



Zdroj: [77]; [78]

Obr. 9 Tahače s návěsy speciální stavby

Literatura [25] uvádí, že *dvoupodlažní tandemové přívěsy* vyrábí společnost Van Eck. Jsou zde uvedeny ekonomické a ekologické přínosy využívání těchto přívěsů v logistice, ale **nejsou zde uvedeny jejich technické parametry a možnosti využití.** Literatura [25] se zaměřuje pouze na dvoupodlažní návěsy typu 2WIN, které také vyrábí. Podle vzhledu dvoupodlažních tandemových přívěsů (viz Obr. 10) je evidentní, že technologie ložných operací a volné ložné výšky obou pater budou u těchto přívěsů stejné jako u návěsů 2WIN.

Podle [20] jsou dvoupodlažní návěsy a přívěsy typu 2WIN používány zejména v zemích Beneluxu, Skandinávii, SRN a Velké Británii.



Zdroj: [78]

Obr. 10 Nákladní automobily s tandemovými přívěsy speciální stavby

Dalším zástupcem **speciálních dvoupodlažních přípojných vozidel** jsou *návěsy Paneltex*. Jde o návěsy používané ve Velké Británii, kde jsou například součástí flotil společností SOMI a Ocado. Tento návěs je řešen v literatuře [79] a [80]. Základním charakteristickým znakem návěsu Paneltex je, že jeho ložný prostor není dvoupodlažní v celé své délce, ale pouze ve střední části. Střední část je snížena a zároveň je vybavena „mezipatrem“ pro druhou vrstvu nákladu. Souprava tahače s návěsem Paneltex je na Obr 11. Z tohoto obrázku je rovněž patrný systém ložení palet v návěsu.



Zdroj: [81]

Obr. 11 Tahač s návěsem Paneltex

Návěs se vyrábí v provedení valník s plachtou a mrazicí (FRC, podle dohody ATP). Veškeré rozměry návěsu Paneltex jsou v souladu s evropskou Směrnicí [2] – zejména: délka 13,6 metru, výška 4 metry. Podle [80] dosahuje jeho kapacita:

- 42-43 euro-palet (v dvounápravovém provedení),
- 40 euro-palet (v třinápravovém provedení),
- 86 roltejnérů (v dvounápravovém provedení).

Ve srovnání se standardními jednopodlažními návěsy, poskytují návěsy Paneltex o 25-33 % více paletových míst, resp. o 33 % více míst pro roltejnery.

Literatura [80] uvádí, že srovnávací test standardního návěsu a návěsu Paneltex prokázal úsporu 8-10 % paliva v případě návěsu Paneltex. Tento pozitivní výsledek plyne z nižšího aerodynamického odporu. Další výhodou tohoto návěsu je, že ložné operace lze provádět ze standardních nakládacích ramp. Pro úplnost práce uvádí, že podle [82] a [94] jsou návěsy podobné konstrukce používány například v Austrálii a Jihoafrické republice.

Dvoupodlažními vozidly speciální stavby se bude disertační práce zabývat v oblasti návrhu páteřního systému přeprav mezi logistickými centry, resp. do/z nich například ze/do zahraničí v případě nevýhodnosti využití železniční dopravy.

SEDLOVÉ NÁVĚSY S PRODLOUŽENOU NÁSTAVBOU

V současné době (podzim 2010) existují dva typy návěsů s prodlouženou nástavbou. Jsou jimi německý *Eurotrailer* a britský *SCM*. V běžném provozu jsou používány soupravy tahače s návěsem *Eurotrailer*. Podle [102] v SRN již od roku 2006. Soupravy tahače s návěsem *SCM* se dle dostupných informací v běžném provozu zatím nepoužívají. Jde pouze o koncept, který byl testován ve Velké Británii mimo veřejně přístupné pozemní komunikace.

Návěsy Eurotrailer

Eurotrailer je produktem německé společnosti Kögel. Literatura [26] řeší zejména rozměry tohoto návěsu a jeho základní výhody oproti standardním sedlovým návěsům (s délkou 13,6 metru). Délka návěsu *Eurotrailer* je 15,25 metru (vnitřní délka: 14,9 metru), vlastní hmotnost návěsu je 7,3 tuny (v provedení valník s plachtou). Celková délka návěsové soupravy dosahuje 17,8 metru.

V literatuře [26] je dále uvedeno, že *Eurotrailer* může být ve variantě valník s plachtou (*Big Cargo-MAXX* a *Big Mega-MAXX*) a mrazící (*Big Cool-MAXX*; typ FRC podle dohody ATP). Dále existuje valníkový návěs *Eurotrailer* ve verzi *Big Strong-MAXX* (též *Big Rail-MAXX*), tedy v provedení se zpevněným rámem umožňujícím vertikální překládku do železničních kapsových vozů (např. T 3000). Literatura [26] se však nezmiňuje o verzi pro přepravu výměnných nástaveb – *Big Combi-MAXX* (viz Obr. 12 na straně 28). O této verzi hovoří literatura [27].



Zdroj: [83]

Obr. 12 Tahač s návěsem Eurotrailer pro přepravu výměnných nástaveb

Obrázky dalších variant návěsů Eurotrailer jsou uvedeny *v příloze č. 1*.

Objem ložného prostoru návěsu Eurotrailer ve variantě valník s plachtou je 111 m^3 , ve variantě mrazící pak 96 m^3 . Podle [26] má Eurotrailer v provedení valník s plachtou kapacitu 37 euro-palet, v dvoupodlažním provedení dvojnásobek, tedy 74 euro-palet. Eurotrailer v provedení mrazící má kapacitu 36, resp. 72 euro-palet. Eurotrailer pro přepravu výměnných nástaveb dokáže odvézt dvě nástavby řady C 745, čímž dosahuje stejné kapacity, jako přívěsová souprava. Standardní návěsovou soupravou dvě výměnné nástavby přepravit nelze.

V literatuře [20] je uvedeno, že v letech 2006-2007 proběhl testovací provoz těchto návěsů. Testovací provoz provedla instituce: „*Institut für Kraftfahrwesen an der RWTH Aachen Universität*“. Nebyl zjištěn žádný negativní vliv na bezpečnost silničního provozu. Naopak byly zjištěny pozitivní přínosy v oblasti ekologie a ekonomiky provozu (snížení produkce emisí, úspora pohonných hmot). Také manévrovací schopnosti a využitelnost v KP byly hodnoceny pozitivně. Všeobecnému povolení v zemích EU však bude muset předcházet změna literatury [2]. Podle [15] a [20] je provoz návěsů Eurotrailer povolen v SRN, ČR, Švédsku, Finsku, Polsku, Itálii, Rusku, Ukrajině a Bělorusku. O povolení provozu uvažuje Velká Británie. Jak v SRN, tak v Polsku je dle [15] a [26] v provozu 300 návěsů Eurotrailer.

Prostudovaná literatura (například [15], [20], [26], [27], [84], [85]) neuvádí, do jaké míry jsou návěsy Eurotrailer v režimu kombinované přepravy využívány.

Disertační práce se bude ve své návrhové části zabývat i rolí SND v systémech KP, proto je možnost přepravy dvou výměnných nástaveb C 745 návěsem Eurotrailer velmi důležitá.

Návěsy SCM

Podle literatury [86] a [87] jde o společný produkt společností DENBY (britský dopravce), DON-BUR (výrobce přípojných vozidel) a Silvertip Design (projekční společnost). Zkratka SCM pochází z anglického označení „*Steering Correction Mechanism*“. Vystihuje tak stěžejní charakteristický znak tohoto návěsu – jeho říditelný podvozek. Ten může být dvounápravový, nebo třínápravový. Říditelný podvozek umožňuje výborné manévrovací schopnosti při malých rychlostech – zejména při odbočování na křižovatkách, při průjezdech okružními křižovatkami a při manévrování v místech ložných operací. Varianta soupravy tahače s dvounápravovým návěsem SCM je na Obr. 13.



Zdroj: [87]

Obr. 13 Tahač s návěsem SCM

Základní technicko-převážní charakteristiky návěsu SCM jsou tyto:

- délka návěsu 16 m;
- celková délka soupravy 18,75 m;
- kapacita 40 euro-palet;
- objem ložného prostoru 110 m³.

Ve verzi pro přepravu intermodálních přepravních jednotek je „kapacita“ návěsu SCM:

- dvě výměnné nástavby C 745, nebo C 782;
- dvě výměnné nástavby B 825;
- jedna výměnná nástavba A 1650.

Díky říditelnému podvozku vyhovuje návěs SCM i přes svou délku ustanovením o otáčení vozidel a souprav, jak je upravuje Směrnice [2].

Podle [86] a [88] se testovaly také dva koncepty souprav EMS využívající návěs SCM. První koncept byl označován jako *Eco-link* a byl tvořen tahačem, návěsem se zkrácenou

nástavbou vybavený točnicí (tzv. „*interlink návěs*“) a návěsem SCM. Celková délka této soupravy byla 27,65 metru a celková hmotnost byla 60 tun. Druhý koncept byl tvořen tahačem, návěsem SCM, podvozkem dolly a druhým návěsem SCM. Celková délka této soupravy byla 33,5 metru a celková hmotnost 84 tun. Podle literatury [88] britská vláda v prosinci 2005 nepovolila provoz ani jedné z výše uvedených souprav.

Návěsové soupravy SCM by mohly mít dle [86] potenciál i **v oblasti kombinované přepravy**. Díky délce návěsu SCM je možné přepravit dvě výměnné nástavby, každá o délce až 8,25 metru, tedy výměnné nástavby řady **B 825**. Ve variantě *Eco-link* pak až **tři** výměnné nástavby řady **B 825**, resp. jednu nástavbu řady **B 825** (na „interlinku“) a jednu nástavbu řady **A 1650** (na návěsu SCM). To například u *soupravy EMS* (s délkou 25,25 metru) není možné dosáhnout.

SOUPRAVY EUROPEAN MODULAR SYSTEM

Soupravy EMS jsou označovány mnoha synonymy – například: Gigaliner [28], EuroCombi [29], Longer and Havier Vehicle (LHV) [31], či Monster-truck [30]. O charakteristice těchto souprav hovoří například [20], [27] a [32]. Jsou zde shrnuty varianty souprav EMS, jejich celková hmotnost, počet náprav a délka. Soupravy EMS dosahují hmotnosti až 60 tun a jejich celková délka je 25,25 metru. Kapacita ložných prostorů je až 160 m³. Podle [20] jsou tyto soupravy používány ve Švédsku, Finsku, Dánsku, Nizozemsku, SRN a Rusku. **Podle [33] a [93] mohou být soupravy EMS využity jak pro přímou silniční přepravu, tak pro přepravu kombinovanou. Podle [90], [91] a [92] jsou EMS jedním z nástrojů, jak zvládnout prognózovaný nárůst silniční nákladní dopravy v příštích desetiletích.** Literatura [20] uvádí, že některé státy podmiňují povolení provozu souprav EMS na svém území omezením jejich nejvyšší přípustné hmotnosti na 40, 44, nebo 48 tun. **Neuvádí však které státy konkrétně toto vyžadují.**

Podle skladby vozidel v soupravě lze podle [33] a [96] definovat tyto soupravy EMS:

- 1) nákladní automobil + točnicový podvozek dolly + sedlový návěs (viz Obr. 3 a Obr. 14),
- 2) sedlový tahač + sedlový návěs + tandemový přívěs (viz Obr. 2),
- 3) sedlový tahač + návěs interlink + sedlový návěs (*viz příloha 2*),
- 4) nákladní automobil + tandemový přívěs + tandemový přívěs (*viz příloha 2*).

Nejrozšířenějšími typy souprav EMS jsou soupravy uvedené v bodech 1 a 2. Souprava z bodu jedna (dále jen **EMS-1**) je podle [29] označována jako „*hmotnostně orientovaná varianta EMS*“. Souprava z bodu dva (**EMS-2**) se označuje jako „*objemově orientovaná varianta EMS*“.



Zdroj: [95]

Obr. 14 Hmotnostně orientovaná souprava EMS

Jak je vidět například z Obr. 2 (na str. 20) a Obr. 14, jsou soupravy EMS složeny ze standardních silničních vozidel (motorových i přípojných), které lze po rozpojení používat odděleně.

V případě soupravy **EMS-1** je jedinou speciální částí *točnicový podvozek dolly* – v evropských podmínkách zpravidla dvounápravový, ale existuje i jeho jedno- a třinápravová verze. Literatura [97] hovoří o točnicovém podvozku dolly, jehož první náprava je spolu s ojí říditelná (viz Obr. 15). Tento podvozek poskytuje soupravě EMS lepší manévrovací schopnosti například při průjezdech kruhovými objezdy nebo v místech ložných operací. Rovněž omezuje opotřebení pneumatik a je **důležitý z důvodu ochrany povrchu PK** při provádění manévru s malými poloměry oblouků.



Zdroj: [98]

Obr. 15 Točnicový podvozek dolly s říditelnou první nápravou

Soupravu **EMS-2** (viz Obr. 2 na str. 20) lze zařadit na první místo v oblasti variability vozidel v soupravě. Jedinou podmínkou spojitelnosti je, aby byl návěs vybaven závěsem pro přívěs. Pokud není do soupravy tandemový přívěs připojen, jde o standardní 16,5 metru dlouhou návěsovou soupravu.

V případě soupravy **EMS-3** je první návěs v soupravě („*interlink*“) za prvé vybaven točnicí pro připojení druhého návěsu a za druhé je jeho nástavba kratší – zpravidla 6-8 metrů, místo standardních 13,6 metru – viz *příloha č. 2*. Souprava je často používána k přepravě intermodálních přepravních jednotek – především kontejnerů ISO. Souprava je zejména doménou Skandinávie. Nicméně Nizozemsko a též Velká Británie soupravy EMS tohoto typu testují. Na základě prostudování literatury [86], [99] a [100] lze konstatovat, že jsou oba tyto koncepty obdobné. V případě Nizozemska jde o koncept s označením *LZV-TrICS*. Vychází z toho, že pro zajištění manévrovacích schopností vyhovujících limitům literatury [2] a pro omezení negativních účinků soupravy na PK, je nezbytné využívat říditelné nápravy na prvním návěsu (zpravidla dvě) a poslední nápravy na druhém třinápravovém návěsu. Celková délka tohoto typu EMS je 25,25 metru. V případě Velké Británie jde o koncept označovaný jako *Interlink/SCM*, nebo též *Eco-Link*. Na jeho vývoji se, mimo jiné, podílel britský dopravce DENBY. Koncept *Interlink/SCM* využívá za prvé říditelné nápravy na obou návěsech a za druhé návěs s prodlouženou nástavbou SCM o délce 16 metrů. Podrobnosti k tomuto návěsu již byly uvedeny na stranách 29-30 této práce. Celková délka soupravy dosahuje 27,65 metru a je tedy oproti soupravám EMS delší o 2,4 metru. Podle [86] je možné používáním souprav *Interlink/SCM* dosáhnout úspory paliva a emisí až 16 % ve srovnání se standardními silničními soupravami, vyhovujícími literatuře [2]. Příklady souprav *LZV-TrICS* a *Interlink/SCM* jsou uvedeny *v příloze č. 3*.

Soupravy **EMS-4** nejsou v Evropě příliš rozšířené. Podle dostupných informací se používají především v Nizozemsku. Často jsou v provedení „*nosič kontejnerů a výměnných nástaveb*“, „*mrazící*“ nebo „*valník s plachtou*“. Výhodou těchto souprav je, že pokud budou oba tandemové přívěsy (valníkové s plachtou, či skříňové) typu „*Quick-load*“ (tj. s přejezdovou rampou mezi nákladním automobilem a přívěsem), lze soupravu v podélné ose nakládat/vykládat bez nutnosti jejího rozpojování. Obrázek soupravy EMS-4 je uveden *v příloze č. 2*.

V návrhové části disertační práce bude zkoumáno nasazování souprav EMS pro systém páteřních přeprav mezi logistickými centry, kde železniční doprava není vhodná vzhledem k nedostatečným tokům zboží na dané relaci. Taktéž bude řešen potenciál těchto souprav v systémech KP při přepravě intermodálních přepravních jednotek.

SOUPRAVY EN TRAVE TILL

Podle [34] jsou tyto soupravy provozovány v severním Švédsku na trase dlouhé 160 kilometrů (mezi městy Överkalix a Munksund) **v rámci projektu En Trave Till**. Název „En Trave Till“ (ETT) pochází ze švédštiny. Anglický ekvivalent téže zkratky pak zní „*Environmentally-sound Timber Transport*“, tedy „*ekologická přeprava dřeva*“, resp. „*One More Pile*“, tedy „*jedna fůra (stoh dřeva) navíc*“.

Přepravní kapacita souprav ETT představuje **čtyři stohy** dřeva (kulatiny). Pro srovnání: standardní švédské(!) soupravy s délkou 24 metrů a celkovou hmotností až 60 tun, používané pro přepravu dřeva (v konfiguraci: třinápravový nákladní automobil + čtyřnápravový přívěs), mají kapacitu **tři stohy** kulatiny. Z toho tedy plyne švédský název En Trave Till.

O projektu ETT dále hovoří například literatura [35] a [36]. Projekt ETT byl zahájen v lednu 2009 a bude trvat tři roky. Podílejí se na něm tyto subjekty:

- švédské Ministerstvo dopravy,
- Švédský úřad pro silniční dopravu (Swedish Road Administration),
- Švédský dopravní úřad (Swedish Transport Agency),
- automobilka VOLVO (poskytla tahače Volvo FH 16 660 a FH 16 700),
- výrobce přípojných vozidel PARATOR (poskytla podvozky dolly a návěsy s klanicemi),
- společnost SCA Skog AB,
- společnost Sveaskog,
- Švédský úřad pro lesnictví (Skogforsk),
- společnost StoraEnso.

Soupravy ETT vycházejí z modulárního konceptu souprav EMS a jsou jejich delší a těžší verzí. Konkrétně jsou tvořeny těmito vozidly: nákladní automobil + podvozek dolly + návěs interlink + sedlový návěs (Obr. 16).



Obr. 16 Nakládka soupravy En Trave Till

Zdroj: [101]

Literatura [37] uvádí následující technické údaje souprav ETT:

- celková délka 30 metrů,
- celková hmotnost 90 tun,
- užitečná hmotnost 66 tun,
- počet náprav 11.

Nápravové tlaky jsou oproti standardním švédským soupravám nižší. **Konkrétně dosahují hodnot jen okolo 8 tun na nápravu, z čehož plyne pozitivní vliv v oblasti ochrany PK, i přes vysokou celkovou hmotnost soupravy.** Dále je důležitý jejich pozitivní přínos v oblasti ochrany ovzduší. Podle [36] je produkce emisí CO₂ na jeden tunokilometr až o 20 % nižší ve srovnání se standardní švédskou(!) soupravou.

Literatura [37] uvádí, že dosavadní výsledky testovacího provozu jsou jen pozitivní. V této literatuře **není uvedeno kolik souprav ETT je celkem v provozu.** Dále se literatura **nezmiňuje, zda se uvažuje o zavedení souprav typu ETT i pro jiné komodity, než je dřevo** – například pro paletizované zboží, či pro intermodální přepravní jednotky.

V návrhové části disertační práce bude zkoumáno, zda by bylo přínosné využívat soupravy typu ETT pro přepravy paletizovaného zboží a pro přepravy intermodálních přepravních jednotek. Při návrzích bude autor uvažovat, že soupravy typu ETT budou tvořeny valníkovými vozidly s plachtou, resp. nosiči kontejnerů a výměnných nástaveb.

1.3.2 Vozidla a soupravy používané pro dálkovou dopravu v České republice

Pro dálkovou dopravu v ČR se používají zejména následující vozidla/soupravy:

- 1) jednopodlažní motorová nákladní vozidla;
- 2) jednopodlažní přípojná vozidla:
 - a) přívěsy:
 - i) s rejdovnou nápravou,
 - ii) s jednou centrální nápravou,
 - iii) s více centrálními nápravami (zpravidla dvěma),
 - b) sedlové návěsy;
- 3) dvoupodlažní motorová nákladní vozidla;

- 4) dvoupodlažní přípojná vozidla:
 - a) běžné stavby,
 - b) speciální stavby;
- 5) sedlové návěsy Eurotrailer;
- 6) soupravy „European Modular System“ (EMS).

Jak z výše uvedených šesti bodů vyplývá, v logistických přepravních systémech se v ČR používají stejná vozidla/soupravy, jako je tomu v zahraničí. Rozdíl je však v četnosti používání těchto vozidel/souprav. Platí to zejména pro vozidla/soupravy v bodech 4b, 5 a 6. Soupravy, které se v ČR nepoužívají, jsou:

- návěsové soupravy SCM,
- soupravy ETT.

JEDNODLAŽNÍ VOZIDLA A SOUPRAVY

V České republice jsou používána:

- jednopodlažní motorová nákladní vozidla,
- jednopodlažní přívěsové soupravy,
- jednopodlažní návěsové soupravy.

Hlubší analýza tohoto segmentu vozidel by byla nad rámec zaměření této práce. Pro úplnost lze zmínit, že se v logistických přepravních řetězcích v ČR často používají návěsové soupravy v provedení valník s plachtou, resp. chladicí a mrazicí. Je to dáno koncepcí většiny logistických center, kdy je souprava přistavená k nakládací rampě nakládána/vykládána přes zadní vrata. Výhodou je, že souprava při ložných operacích „blokuje“ jen jedno nákladové stání (tzv. „gate“).

DVOUPODLAŽNÍ VOZIDLA A SOUPRAVY

Stejně jako je tomu v jiných státech Evropy, i v ČR jsou dvoupodlažní vozidla standardní stavby v logistických přepravních řetězcích běžně využívána. Dvoupodlažní návěsy 2WIN v ČR používá podle [77] například společnost *Ewals Cargo Care* a rovněž zahraniční dopravci zejména z Nizozemska, Velké Británie či SRN.

SEDLOVÉ NÁVĚSY S PRODLOUŽENOU NÁSTAVBOU

Literatura [102] uvádí, že ČR povolila vnitrostátní provoz návěsů Eurotrailer již v lednu 2009. Neuvádí však celkový počet těchto návěsů v provozu. Hovoří jen o tom, že v ČR provozuje tyto návěsy hodonínská společnost Delimax a využívá je pro přepravy rychle zkazitelného zboží. Jde tedy o variantu Kögel Big Cool-MAXX. Zda jsou v ČR používány například i plachtové návěsy Eurotrailer, literatura [102] též neuvádí. Za povolení k provozu souprav s návěsem Eurotrailer v ČR zaplatí podle [102] dopravce **220 Eur na tři měsíce** (cca 5 500 Kč, tedy 22 000 Kč/rok). Poplatek je nezávislý na počtu provozovaných souprav.

Využití dvoupodlažních silničních nákladních vozidel/souprav a návěsových souprav se sedlovými návěsy Eurotrailer bude v disertační práci tvořit důležitou část návrhů.

SOUPRAVY EUROPEAN MODULAR SYSTEM

V ČR podle [20] proběhl **testovací provoz těchto souprav mezi Rokycany a Mladou Boleslaví** již v roce 2008. Šlo o přepravy pro automobilku Škoda, a. s. Byla použita „objemově orientovaná varianta“ souprav EMS, která se skládá ze sedlového tahače, návěsu a tandemového přívěsu. Nejvyšší přípustná hmotnost soupravy byla omezena na 40 tun. **Dostupná literatura nehovoří o výsledcích testovacího provozu.**

Podle [38] uskutečnila společnost *NYK Logistics* ve svém logistickém areálu a v přilehlé průmyslové zóně Kolín-Ovčáry, **test souprav s délkou 25,25 metru (tedy EMS) a soupravy s délkou cca. 31 metrů**, tedy podobnou, jako mají švédské soupravy **ETT**. Test obou typů souprav poskytl důkaz o jejich výborných manévrovacích schopnostech. Hodnotily se zejména průjezdy okružními křižovatkami a couvání do nakládacího doku. Pětadvacetimetrové soupravy byly ve variantách: *tahač + návěs + tandemový přívěs* a *nákladní automobil + dolly + návěs*. Souprava s délkou 31 metrů byla koncepce: *tahač + návěs + dolly + návěs*. Celkový objem ložných prostorů posledně jmenované soupravy je 200 m³. **Literatura neuvádí, kdy tento test proběhl.**

Podle [38] společnost *NYK Logistics* používá (ve zvláštním režimu užívání PK) soupravy EMS pro vnitrostátní přepravy. **Literatura [38] neuvádí, na kterých relacích jsou soupravy EMS využívány.** Uvádí pouze, že je používána *objemově orientovaná varianta* souprav EMS.

V návrhové části disertační práce bude zjišťováno, zda jsou soupravy EMS, za konkrétních podmínek, optimální pro páteřní systém přeprav mezi logistickými centry, resp. pro přepravu intermodálních přepravních jednotek.

1.4 Analýza zapojení silniční nákladní dopravy do logistických systémů

Tato kapitola se zabývá logistickými centry, používanými logistickými technologiemi, technologií SND ve vazbě na provoz moderních silničních nákladních vozidel a souprav a kombinovanou přepravou.

1.4.1 Analýza zapojení silniční nákladní dopravy v zahraničí

Literatura [65] charakterizuje technickou základnu dvou logistických center: *Ljubljana* a *Novo Mesto*. **Literatura [65] neuvádí, jaké technologie jsou ve zmíněných logistických centrech používány, ani konkrétní způsob zapojení SND do přepravních procesů tohoto centra.** Logistické centrum Ljubljana bylo založeno roku 1985 a má skladovou plochu 21 000 m² a přibližně stejně rozlehlý cargo terminál. Součástí tohoto logistického centra je i odstavné parkoviště pro silniční nákladní vozidla a soupravy. Denně je v tomto logistickém centru odbaveno 150 silničních nákladních vozidel/souprav. Logistické centrum Novo Mesto má celkovou plochu skladů 4 900 m² a cargo terminál má rozlohu 8 200 m². Součástí tohoto logistického centra je i nákupní zóna o rozloze 8 000 m². **Pro disertační práci je důležitá skutečnost, že součástí logistického centra je i parkoviště pro silniční nákladní vozidla a soupravy.**

Literatura [67] se věnuje charakteristice logistického terminálu *BILK Kombiterminál Co. Ltd.* u Budapešti. Tento terminál byl otevřen v roce 2003 a zaměřuje se zejména na KP silnice/železnice – nedoprovázenou i doprovázenou (Ro-La). Terminál BILK má tři části: logistické centrum, železniční stanici a terminál KP. Dále se literatura [67] věnuje výkonům tohoto terminálu, jeho infrastruktuře a relacím vlaků KP z tohoto terminálu. **Disertační práce bude řešit terminál KP jako součást technické základny logistického centra.**

Literatura [39] uvádí, že výstavba moderních logistických center na Slovensku začala koncem dvacátého století, jako reakce na potřeby zahraničních investorů. Dále zdůrazňuje velký význam logistických center pro maloobchodní síť. Rovněž je zde zdůrazněno, že logistická centra vyrůstají zejména u dálnic, resp. tam, kde mohou být na dálnice snadno napojena. **Disertační práce se bude zabývat možností používání souprav s nestandardní délkou, pro něž je lokace logistických center u dálnic velmi důležitá.** Dále je v [39] uvedeno, že v logistice má velký význam zejména systém JIT, který umožňuje snižovat náklady jak na skladování, tak na dopravu. Velký význam má též outsourcing. V [39] jsou

dále řešeny základní principy logistických center, **nejsou zde však řešena silniční nákladní vozidla a soupravy**, v rámci dopravního procesu.

V literatuře [40] je prezentována současná situace v kombinované přepravě v EU. Odvolává se na Bílou knihu: „*Evropská dopravní politika pro rok 2010 – Čas rozhodnout*“, kde je, mimo jiné, zakotveno, že by mělo docházet k modal-shiftu ze silniční dopravy na jiné druhy dopravy, šetrnější k životnímu prostředí. **Je zde zdůrazněn význam nákladní dopravy pro národní hospodářství každého státu a rovněž význam logistických center pro logistické řetězce.** V [40] je dále řešen integrovaný informační systém pro podporu a řízení toku zboží v rámci logistických řetězců se zapojením více druhů dopravy a předkládá procesní model systému přepravy kontejneru. Tento procesní model je podle [40] aplikovatelný například v Polsku, Maďarsku, Slovensku, ČR či pobaltských republikách. Opět zde není řešena problematika dopravních prostředků. **Disertační práce se bude zabývat silničními nákladními vozidly a soupravami, které by bylo vhodné zapojit do logistických přepravních systémů – jak v přímé SND, tak v KP.**

Literatura [41] řeší základní principy logistických center, faktory ovlivňující lokaci logistických center všeobecně a posléze provádí SWOT analýzu lokace logistického centra na Slovensku, konkrétně v blízkosti města Žilina. Dochází v této oblasti k pozitivnímu závěru. Je zde například zdůrazněno, že svoz/rozvoz intermodálních jednotek v atrakčním obvodu logistického centra by neměl být delší než 80 km. Dále uvádí, že potenciál atrakčního obvodu pro KP musí být minimálně 100 000 tun/rok. Dále uvádí, že budování logistických center má pozitivní vliv na využívání ekologických druhů dopravy. Nejsou zde řešeny logistické technologie a dopravní prostředky. **Disertační práce vyjde z údaje o minimálním produkčním potenciálu atrakčního obvodu při návrhu metodiky implementace souprav s nestandardní délkou do logistických přepravních systémů.**

Literatura [42] řeší využívání dvoupodlažních silničních nákladních vozidel a souprav v logistických přepravních řetězcích. Dělí dvoupodlažní vozidla na dva druhy: standardní stavby a speciální stavby. **Tato literatura uvádí, že nasazováním dvoupodlažních silničních nákladních vozidel je možné přispět k optimalizaci logistických přepravních řetězců**, a že dvoupodlažní vozidla mají velký efekt v oblasti ekonomiky provozu. Autor zde dále hovoří o odlišnostech v technologii ložných operací v logistických centrech u různých typů dvoupodlažních vozidel a souprav. Podle [42] jsou dvoupodlažní vozidla *speciální stavby* používána zejména v/mezi státy: Nizozemsko, Belgie, SRN, Švýcarsko, Polsko, Velká Británie a ČR. Vozidla *standardní stavby* jsou používána po celé EU. Literatura [42]

v neposlední řadě zdůrazňuje, že podobný pozitivní efekt pro logistické řetězce mají i soupravy EMS a taktěž sedlové návěsy Eurotrailer.

Literatura [43] řeší **využívání železniční dopravy v logistických systémech na Slovensku a zejména poukazuje na nedostatky (nevýhody)**, které brání jejímu vyššímu využívání. Uvádí, že jde zejména o vysoké poplatky za použití dopravní cesty, chybějící napojení logistických center na železniční síť a nestálou kvalitu poskytovaných služeb. **Není zde řešena role SND v oblasti logistiky.**

Literatura [44] řeší zejména současný stav v železniční dopravě z pohledu společnosti DB Schenker a budování tzv. *railportů*. Railport je bimodální (případně multimodální) logistické centrum/terminál KP. V současnosti jsou railporty v provozu zejména v SRN a Nizozemsku. Pro potřeby disertační práce je důležité, že zde autor hovoří o spojování výhod silniční a železniční dopravy. – **disertační práce bude ze synergického efektu SND a železniční nákladní dopravy vycházet.**

V literatuře [45] je popsáno **logistické centrum v Brémách (GVZ Bremen)**. Autor zde popisuje historický vývoj logistického centra (od roku 1960) a je zde zmíněna role GVZ Bremen pro spádovou oblast. Jsou zde uvedena základní statistická čísla o GVZ Bremen – např. počet sídlících firem (150), celková rozloha (362 ha) apod. Literatura [45] se ve svém závěru krátce zabývá kontejnerovým terminálem *Roland Umschlag*. **Nezabývá se například technickou základnou tohoto terminálu a jeho vazbou na SND.**

Zdroj [46] se zabývá silničními soupravami EMS. Je zde řešen modulární koncept těchto souprav (dělení podle různé skladby vozidel v soupravě), jejich **nasazení v logistice v Nizozemsku** a jejich základní parametry ve vazbě na evropské Nařízení 96/53/ES, upravující povolené rozměry a hmotnosti silničních vozidel a souprav (viz kapitola 1.2.1). V závěru jsou definovány **postupové kroky** pro úspěšnou implementaci souprav EMS do evropských logistických přepravních systémů. **Tyto postupové kroky budou v disertační práci podrobně rozpracovány formou metodiky.**

Literatura [48] se v první řadě zabývá definováním pojmů: logistické centrum, logistický park a průmyslový park. Dále se věnuje výstavbě logistických center na Slovensku. Je zde prezentována stručná historie výstavby, faktory ovlivňující výstavbu logistických center a rovněž aktuální situace v jednotlivých regionech Slovenska. Literatura [48] se zaměřuje zejména na stručný popis konkrétních logistických center, pro které firmy bylo postaveno a základní informace o napojení na okolní dopravní infrastrukturu. **Disertační práce vyjde z údajů o faktorech ovlivňujících výstavbu logistických center ve vazbě na zapojení SND a především pro potřeby souprav s nestandardní délkou.**

Literatura [49] řeší **význam logistických center zejména z pohledu synergického efektu**. Konkrétně se zaměřuje na Slovensko a uvádí, že bude potřebné postavit logistická centra u měst: Bratislava, Žilina, Košice a Zvolen. Všechna tato centra budou napojena jak na silniční, tak na železniční dopravní síť a součástí centra bude i terminál KP. Je ze zdůrazněna nutnost využívání KP a jsou definovány hlavní služby poskytované v logistickém centru. **Pro návrhovou část disertační práce je stěžejní pasáž hovořící o trendu směřujícím k maximálnímu využívání intermodálních přepravních jednotek (zejm. kontejnerů a výměnných nástaveb) při přepravách nákladu**. Dále je důležité, že logistická centra budou navzájem propojena linkami kombinované přepravy – nedoprovázené i doprovázené. **Rolí souprav s nestandardní délkou v nedoprovázené KP se bude disertační práce zabývat**.

Literatura [50] **hovoří o nutnosti modal-shiftu ze silniční dopravy za pomoci využívání intermodálních přepravních systémů**, využívajících železniční a vodní dopravu. Jsou zde definovány překážky bránící rozvoji intermodálních přepravních systémů. Dále literatura [50] stanovuje celkem deseti činnostech, které **logistická centra** mohou poskytovat formou **outsourcingu**. Jde například o **dálkovou SND, regionální SND**, překládku intermodálních přepravních jednotek či vlastního nákladu aj.

1.4.2 Analýza zapojení silniční nákladní dopravy v České republice

Literatura [51] se zabývá strategií podpory logistiky z veřejných zdrojů v ČR. Autor zde zdůrazňuje současnou snahu o udržitelnou dopravu a jmenuje zde důležité evropské a české právní předpisy, v nichž je zakotvena (např. Dopravní politika ČR pro léta 2005-2013). Dále zde autor zmiňuje velký vliv globalizace na výši přepravních požadavků a nutnost multimodální dopravy. **Hovoří zde o nutnosti podpory vnitrokontinentální KP z veřejných zdrojů**. Terminály KP v ČR mají podle [51] nedostatečné parametry, zejména užitečnou délku kolejí. Dále je nedostatkem, že terminály KP obvykle nejsou napojeny na logistická centra. Autor hovoří o dokumentu „*Strategie podpory logistiky z veřejných zdrojů*“. Uvádí zejména cíle a opatření této Strategie. Je zdůrazněna potřeba systematického budování veřejných logistických center. **Literatura [51] řeší zapojení SND do logistických systémů jen stručně a částečně – a to v oblasti svozu/rozvozu v systémech KP**.

Literatura [52] uvádí zejména současný stav kombinované přepravy a veřejných logistických center v ČR z pohledu ČD Cargo, a.s. **Detailně hovoří zejména o současném stavu (a výhledu) terminálu v Lovosicích, Brně a Ostravě**. Autor zde komentuje strategii

podpory logistiky v ČR a projekt X-Rail. Literatura [52] se zabývá pouze rolí železniční dopravy v logistice. **Nejsou zde řešeny požadavky na logistická centra z pohledu SND, ani možnosti zapojení kapacitních souprav do logistických přepravních řetězců.**

Literatura [53] řeší **problematiku benchmarkingu pro logistická centra**. Zabývá se především: teoretickými aspekty benchmarkingu, indexovým benchmarkingem, matematicko-statistickým modelem hodnocení logistického centra a návrhem metodiky indexového benchmarkingu pro logistická centra. **Pro potřeby disertační práce je nejdůležitější pasáž týkající se využívání metod multikriteriálního rozhodování.**

Literatura [54] řeší dopravní externalitu, které přináší výstavba veřejných logistických center. Je zde uvedeno, že kromě přínosů pro region, **mají logistická centra i negativní dopady** – například nárůst dopravních výkonů v dané oblasti. Je zde proveden výčet jedenácti externalit. Dále se [54] **zabývá problematikou internalizace externích nákladů**. Uvádí, že pro rok 2010 byly propočítány externí náklady dopravy s těmito podíly: silniční 93,1 %, letecká 4,9 %, železniční 1,6 % a vnitrozemská vodní doprava 0,4 %. Bilance externích nákladů mezi osobní a nákladní dopravou je: osobní 69 %, nákladní 31 %. **Pro disertační práci je stěžejní část zaměřená na předpokládané zvýšení poptávky po dopravních službách.**

Literatura [56] se zabývá rolí logistických center v logistických procesech 21. století. Řeší roli logistického centra a úkoly, které má toto centrum plnit. Dále **prezentuje souhrn faktorů, které ovlivňují lokaci logistických center** a zdůrazňuje potřebu financování logistických center principem PPP (Public-Private Partnership). V [56] je dále řešena nezbytná infrastruktura logistického centra. **Pro disertační práci jsou důležité faktory ovlivňující lokaci logistického centra** a rovněž základní infrastruktura, jíž musí logistické centrum mít, právě **pro účelné zapojení SND**.

Literatura [58] **se zabývá problematikou KP** zejména v těchto oblastech: význam KP, systémy KP, technická základna KP, překladiště KP, dopravní, přepravní a manipulační prostředky, provozní technologie překladiště a právní předpisy vztahující se ke KP. Celá zpracovaná problematika je zaměřena na železniční dopravu. Silniční a další druhy dopravy jsou řešeny jen okrajově. Není zde řešen terminál KP jako důležitá část logistického centra. **Pro potřeby disertační práce je relevantní zejména pasáž týkající se intermodálních přepravních jednotek. Informace budou využity v návrhové části disertační práce.**

Literatura [59] se zaměřuje především na: moderní logistické technologie (např. kanban, JIT, Hub and Spoke, Crossdocking), kombinované přepravní systémy, matematické modely vhodné pro řešení úloh optimální lokace středisek v logistice. Dále je zde řešena city-logistika

a technologie přepravy v jednotlivých druzích dopravy. Literatura [59] stručně popisuje bezpečnostní výbavu silničních nákladních vozidel (systémy ABS, ASR, LGS, ACC aj.) a rovněž silniční nákladní vozidla a soupravy používané v logistických přepravních systémech. Posledně jmenovaná oblast je však zpracována jen velmi stručně. **Disertační práce se proto bude detailně zabývat využíváním kapacitních silničních vozidel a souprav v logistických přepravních systémech a v rámci zapojení do moderních logistických technologií – jako je např. Crossdocking.**

Literatura [61] řeší mimo jiné technologii silniční a železniční dopravy, technologii KP a logistické technologie. Například v oblasti silniční dopravy se zabývá dopravními prostředky a dopravní infrastrukturou. **V disertační práci budou využity především informace týkající se technologií KP.**

1.5 Doprava a logistika z pohledu systémové teorie

Označení „*systém*“ je relativní pojem, neboť každý *systém může být složen z dalších systémů* (subsystémů, též podsystémů) a stejně tak daný *systém může být součástí (subsystémem) jiného systému (nadsystému)*. Například systém **doprava** je subsystémem logistiky (ta je subsystémem národního hospodářství). Dopravu je možno dále dekomponovat na: silniční dopravu, vodní dopravu apod. **Disertační práce vyjde ve svém řešení z teorie systémů. Na zapojení SND do logistických přepravních systémů bude pohlíženo jako na systémový proces.**

Z literatury [57],[62] a [63] lze při systémovém pojetí logistiky vyjít z následujících skutečností. Logistika se odehrává v prostoru a čase. Právě faktor (vliv) času ji řadí mezi **dynamické systémy**. Rovněž jde o **systém stochastický** (neboli náhodný), protože je ovlivňována *náhodnými jevy* jako například: počasí, dopravní nehody, technické poruchy dopravních či manipulačních prostředků, selhání lidského činitele.

Systémy můžeme podle [62] rozdělit na měkké a tvrdé, resp. na systémy s měkkým popisem (verbálním) a tvrdým popisem (matematickým). **O logistice bude uvažováno jako o měkkém systému**, protože jde o tzv. „*systém lidských aktivit*“, neboli „*Human Activity System*“, zkráceně **HAS**. Definicí HAS je, že jde o *sociálně-technický systém*, resp. že jde o *systém, v němž jsou důležitými prvky lidé*. Podle [62] se systémů HAS týká tzv.

Checklandovská metodika, která je určena pro zlepšení funkce již existujících HAS, resp. pro syntézu nových HAS.

V disertační práci bude logistika a doprava chápána jako měkký systém. Bude provedena CATWOE analýza systému SND → sestavena tzv. základní definice systému, definovaná v rámci Checklandovské metodiky.

Logistiku jako systém je podle [63] možno dekomponovat na tyto subsystemy:

- statický,
- mobilní (dynamický),
- řídicí.

Statický subsystem je reprezentován *dopravní infrastrukturou*. Infrastruktura je tvořena **úseky a uzly**. Řadíme sem *dopravní cesty* (pozemní komunikace, železniční tratě, vodní toky, apod.) včetně jejich *součástí* (v silniční dopravě např.: odpočívky, mostní objekty, nadjezdy, tunely), *terminály KP, logistická centra a jejich budovy, sklady a plochy*, aj.

Mobilní subsystem je tvořen *dopravními prostředky různých druhů dopravy* (silniční nákladní vozidla a soupravy, vlaky kombinované přepravy, kontejnerové lodě, apod.), *přepavními prostředky* (palety, pallecony, roltejny, kontejnery ISO, výměnné nástavby, apod.) a *manipulačními prostředky* (v terminálech a v logistických centrech: vysokozdvížné a nízkozdvížné vozíky, čelní překladače kontejnerů, apod.).

Řídicí subsystem je reprezentován lidmi, kteří zajišťují organizaci, koordinaci a funkci logistických subsystemů. Dále je možno sem zařadit softwarové produkty, určené pro řízení a optimalizaci procesů v dopravě a logistice (např. systémy Fleet Controlling, Warehouse Management System, Jet-Load, Fix-Load).

Autor v návrhové části disertační práce provede funkční dekompozici systému „silniční nákladní doprava“. Následně se bude věnovat především subsystemu mobilnímu (konkrétně silničním dopravním prostředkům), ve vazbě na zapojení SND a především kapacitních souprav do logistických přepravních systémů.

1.6 Závěry analýzy současného stavu studované problematiky

V kapitolách 1.1 až 1.5 byla provedena analýza problematiky SND a její role v logistice. Oblasti analýzy byly tyto:

- 1) pojmy, které budou používány v disertační práci,
- 2) právní předpisy ČR a EU vztahující se k tématu disertační práce,
- 3) silniční nákladní vozidla a soupravy používané v logistice,
- 4) zapojení SND do logistických systémů,
- 5) doprava a logistika z pohledu systémové teorie.

V kapitole 1.1 byly shrnuty nejdůležitější zdroje, upravující terminologii v SND. Autor zde pro potřeby disertační práce zavádí čtyři vlastní pojmy:

- dvoupodlažní vozidlo;
- standardní (silniční) souprava;
- (silniční) souprava s nestandardní délkou;
- kapacitní (silniční) souprava.

Zavedení těchto čtyř pojmů bylo nezbytné pro potřeby disertační práce. Zejména vzhledem ke *kategorizaci silničních nákladních souprav* v analytické části disertační práce a rovněž pro potřeby návrhové části, kde autor řeší *implementaci kapacitních silničních souprav* do logistických přepravních procesů.

V kapitole 1.2 byla provedena *analýza právních předpisů EU a ČR*, vztahujících se k tématu disertační práce. Stěžejní pro disertační práci budou právní předpisy vztahující se k povoleným rozměrům a hmotnostem silničních vozidel a souprav. **Disertační práce akceptuje aktuálně platné právní předpisy. Předmětem disertační práce nebude komplexní změna právních předpisů, ale pouze návrh úpravy určitých ustanovení, pro umožnění implementace souprav s nestandardní délkou do logistických přepravních systémů.**

V kapitole 1.3, byla provedena *analýza používaných silničních nákladních vozidel a souprav* – nejprve v zahraničí (zejm. Nizozemsko, SRN, Švédsko, Velká Británie) a poté v ČR. Lze konstatovat, že současný trend v SND jde směrem k používání kapacitních jízdních souprav (tj. dvoupodlažních a s nestandardní délkou), které přinášejí řadu výhod pro všechny

dotčené skupiny (dopravci, přepravci, společnost – ochrana životního prostředí, nižší zatížení PK). Hlavní výhody spočívají ve vyšší efektivitě provozu, nižší produkci emisí škodlivých látek (zejm. CO₂) a díky větší kapacitě ložného prostoru i v podobě nižších přepravních nákladů na 1 m³ ložného prostoru, resp. díky vyšší užitečné hmotnosti v podobě nižších přepravních nákladů na jednu přepravenou tunu. Tato úspora nákladů se pozitivně projevuje na výši přepravného placeného zákazníky. **Návrhová část disertační práce se bude podrobně zabývat využíváním kapacitních silničních souprav a možnostmi rozšíření jejich využití v logistických systémech založených na přímé SND i v systémech využívajících KP.**

Kapitola 1.4 obsahuje analýzu zapojení SND do logistických systémů. Na základě provedené rešerše informačních zdrojů lze konstatovat, že SND má v logistice významné místo. Zejména díky své rychlosti, dostupnosti, operativnosti a ceně. Existující silniční nákladní vozidla a soupravy jsou řešeny zejména odděleně, v literatuře vztahující se čistě k silničním dopravním prostředkům. Literatura, vztahující se k logistice a logistickým technologiím, řeší používaná silniční nákladní vozidla a soupravy jen minimálně. **Proto je předmětem disertační práce souhrnná analýza používaných vozidel/souprav ve vazbě na technologické procesy v logistice. V návrhové části bude navržena metodika zapojení kapacitních silničních souprav do logistických přepravních systémů ve dvou segmentech: přepravy mezi logistickými centry a přepravy mezi zákazníkem a logistickým centrem.**

Kapitolu 1.5 tvoří *charakteristika dopravy a logistiky z pohledu systémové teorie*. Doprava i logistika jsou tzv. „**dynamické systémy**“, neboť se odehrávají jak v prostoru, tak v čase. O logistice a SND bude uvažováno jako o měkkém systému, neboť jde o *HAS-systém* (systém lidských aktivit). HAS-systémů se podle [62] týká tzv. Checklandovská metodika, která je určena pro zlepšení funkce již existujících HAS, resp. pro syntézu nových HAS.

Pro systém SND bude provedena:

- **CATWOE analýza systému** definovaná v rámci Checklandovské metodiky;
- **funkční dekompozice systému** na subsystémy.

Z hlediska dekompozice systému SND se bude disertační práce věnovat subsystému mobilnímu, konkrétně dopravním prostředkům.

Analýzou bylo zjištěno, že jsou řešeny zejména tyto oblasti:

- 1) lokace logistických center,
- 2) nutnost zajištění multimodality logistických center,
- 3) zapojení železniční a vodní dopravy do logistických přepravních systémů,
- 4) používané logistické technologie a technologie kombinované přepravy (doprovázené i nedoprovázené),
- 5) technická základna logistických center a terminálů kombinované přepravy,
- 6) nutnost používání intermodálních přepravních jednotek a vytvoření systému vlaků kombinované přepravy mezi (veřejnými) multimodálními logistickými centry.

Analýzou bylo zjištěno, že je třeba řešit tyto oblasti:

- 1) používání kapacitních souprav pro přepravy paletizovaného zboží, ve vazbě na optimalizaci silničních přeprav mezi logistickými centry,
- 2) používání souprav s nestandardní délkou pro přepravy intermodálních přepravních jednotek na relacích mezi zákazníky a logistickými centry (terminály KP),
- 3) roli kapacitních souprav v technologiích Hub and Spoke a Crossdocking,
- 4) lokaci logistických center ve vazbě na používání kapacitních souprav,
- 5) požadavky na logistická centra z pohledu zapojení SND,
- 6) technická základna (multimodálních) logistických center ve vazbě na používání souprav s nestandardní délkou,
- 7) technologie ložných operací v SND a využívání manipulátorů na silničních vozidlech.

Z výše uvedených sedmi bodů, které je dle provedené analýzy třeba řešit, budou v návrhové části disertační práce řešeny body 1 a 2. Tyto body byly zvoleny z důvodu nutnosti optimalizace silničních přeprav zboží vzhledem k:

- 1) vývoji požadavků (ekologických, technických, technologických) na logistické přepravní systémy ve vazbě na udržitelnou mobilitu a rozvoj,
- 2) bezpečnosti silničního provozu → snížení, resp. nezvyšování počtu silničních nákladních vozidel a souprav v silničním provozu vlivem vysoké poptávky po SND,
- 3) hospodárnosti (spotřeby PHM, apod.),
- 4) ochraně životního prostředí (emise, hluk, apod.),
- 5) ochraně povrchu pozemních komunikací.

2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE A HYPOTÉZY

Na základě autorem disertační práce provedené analýzy současného stavu v kapitolách 1.1 až 1.5 a její shrnutí v kapitole 1.6 je definován následující cíl disertační práce.

Cílem disertační práce je navrhnout metodiku zapojení kapacitních silničních nákladních souprav (především souprav s nestandardní délkou) do logistických přepravních systémů ve dvou segmentech. Za prvé v segmentu přepravy mezi logistickými centry, v případě neexistence vhodné železniční infrastruktury, resp. v případě nevýhodnosti využití železniční dopravy na dané relaci. A za druhé v segmentu jejich využití při přepravě intermodálních přepravních jednotek mezi zákazníkem a logistickým centrem (terminálem kombinované přepravy).

V této fázi zpracování disertační práce jsou vysloveny následující dvě hypotézy:

- **H1: „Využití souprav European Modular System v segmentu přímé silniční nákladní dopravy mezi logistickými centry je za konkrétních podmínek optimálním řešením“;**
- **H2: „Využití souprav En Trave Till v segmentu svozu a rozvozu intermodálních přepravních jednotek do/z terminálů kombinované přepravy je za konkrétních podmínek optimálním řešením“.**

3 ZVOLENÉ METODY ZKOUMÁNÍ

V disertační práci **budou použity tyto metody:**

- 1) teorie systémů a systémového přístupu,
- 2) operačního výzkumu (teorie grafů),
- 3) teorie rozhodování (multikriteriální analýza),
- 4) technologické ukazatele.

3.1 Charakteristiky použitých metod

Tato kapitola obsahuje základní charakteristiky použitých metod a účel jejich využití pro potřeby řešení v disertační práci – v teoretické i aplikační části návrhů.

3.1.1 *Metody teorie systémů a systémového přístupu*

V návrhové části disertační práce budou použity **tyto metody teorie systémů:**

- Checklandovská metodika pro HAS systémy,
- funkční dekompozice systému na subsystémy,
- SWOT analýza systému.

Checklandovská metodika byla charakterizována v kapitole **1.5**. Lze doplnit, že podle [103], může být pro řešení konkrétního problému „*použit model s aktivním zapojením a angažovaností řešitelů, expertů – tj. nemusí se jednat o formální matematický model*“. **Z této skutečnosti disertační práce vyjde a bude použit verbální model systému silniční nákladní dopravy.** Checklandovská metodika je součástí *metodologie měkkých systémů* (SSM, Soft Systems Methodology). Důležitou etapou Checklandovské metodiky, resp. SSM, je dle [62] a [103] sestavení *základní definice systému* (tzv. CATWOE analýza).

Dekompozici systémů se autor věnoval v kapitole **1.5**, proto zde již nebude tato metoda duplicitně charakterizována.

SWOT analýza je uvedena například v literatuře [104]. Tato analýza spočívá v sestavení matice:

- silných stránek (**S**trengths),
- slabých stránek (**W**eaknesses),

- příležitostí (Opportunities),
- ohrožení (Threats).

Podle [104] je možno s pomocí SWOT analýzy komplexně vyhodnotit atributy konkrétního projektu. **Pro potřeby disertační práce bude pod pojmem „projekt“ myšlena implementace kapacitních souprav do systému:**

- **přímé SND mezi logistickými centry** v případě neexistence vhodného železničního spojení, resp. při produkci atrakčního obvodu *nižší než 100 000 tun/rok*, kdy se podle [41] nevyplatí na dané relaci využívat železniční dopravu,
- **svozu/rozvozu intermodálních přepravních jednotek** v rámci atrakčního obvodu daného multimodálního logistického centra (terminálu KP).

Dále bude použit **systémový přístup**. Podle [105] se za systémový přístup považuje způsob myšlení, způsob řešení problémů či způsob jednání, při němž jsou jevy chápány komplexně ve svých vnitřních a vnějších souvislostech. Systémový přístup se uplatňuje především při řešení komplikovaných problémů, které zasahují do několika rozličných oborů lidského poznání a vědění – tzv. *interdisciplinární problémy*.

Východiskem při systémovém přístupu bude:

- vymezení systému k řešení;
- provedení CATWOE analýzy řešeného (zkoumaného) systému;
- provedení funkční dekompozice řešeného systému na podsystémy.

Systémový přístup bude využit při návrhu metodiky implementace kapacitních souprav (především souprav s nestandardní délkou) do systému SND v rámci logistických přepravních procesů. Pro názornost bude implementační proces vyjádřen *vývojovým diagramem*.

3.1.2 Metody operačního výzkumu

Disertační práce bude z operačního výzkumu využívat **metody teorie grafů** – výběr podgrafu. **Autor navrhne postupy určování vhodné sítě PK pro provoz různých typů souprav s nestandardní délkou (Eurotrailer, EMS, ETT).** Ve vazbě na určení sítě PK vhodné pro provoz souprav s nestandardní délkou, bude možné vytipovat lokality vhodné pro

výstavbu (veřejných multimodálních) logistických center, které bude možné soupravami s nestandardní délkou obsluhovat. Protože se problematika lokace logistických center v prostudované literatuře řeší velmi často (např. [39], [41], [56]), nebude tato předmětem disertační práce.

3.1.3 *Metody teorie rozhodování*

Autor bude aplikovat **metody multikriteriální analýzy (MCA)**. Metody MCA jsou někdy označovány jako „*metody multikriteriálního rozhodování*“. Tyto metody jsou popsány například v literatuře [106] a [107]. Pro potřeby disertační práce bude účel těchto metod zúžen na výběr vhodné soupravy pro konkrétní využití (přeprava paletizovaného zboží, přeprava intermodálních přepravních jednotek).

Metody MCA slouží pro výběr vhodné varianty z dané množiny variant, na základě stanovených kritérií (též atributů). Je nutno stanovit tzv. „*váhu*“, neboli relativní důležitost každého kritéria.

Pro stanovení vah se dle [106] používají například tyto metody:

- párového srovnávání,
- pořadí,
- Saatyho metoda,
- bodovací.

Stanovení vah kritérií je hlavním problémem MCA => je vhodné oslovit experty na danou problematiku. Počet zvolených kritérií záleží na řešiteli.

Mezi nejznámější metody MCA patří:

- Metoda váženého součtu (WSA),
- Metoda minimalizace vzdálenosti od ideální varianty (**TOPSIS**),
- Metoda ideálních bodů (IPA),
- Metoda shody a neshody (CDA),
- Metoda hierarchické struktury (AHP).

Dílčí závěr k metodám MCA: pro disertační práci vybral autor metodu TOPSIS, spočívající ve výběru varianty (silniční nákladní soupravy), která je nejbližší ideální variantě

a nejdále variantě bazální. **Metoda TOPSIS bude použita pro výběr vhodné silniční nákladní soupravy pro přepravu paletizovaného zboží a pro přepravu intermodálních přepravních jednotek (výměnných nástaveb).**

3.1.4 Výpočet vybraných technologických ukazatelů

Součástí návrhové části disertační práce bude též výpočet vybraných technologických ukazatelů. **Autor navrhne matematické vztahy pro:**

- 1) kvantifikaci úspor,
- 2) efektivitu využití paliva,
- 3) ekologickou náročnost provozu.

KVANTIFIKACE ÚSPOR

V návrhové části disertační práce provede autor porovnání přepravy věcí s využitím standardních souprav a s využitím kapacitních souprav. Bude provedena matematická kvantifikace *očekávaných* výhod (úspor) při použití kapacitních souprav v těchto oblastech:

- **úspora počtu jízd** při přepravě konkrétního množství nákladu,
- **úspora počtu ujetých kilometrů** (jízdního výkonu),
- **finanční úspora** – na palivu a mýtném.

EFEKTIVITA VYUŽITÍ PALIVA

Pro porovnání různých souprav budou vyjádřeny tyto ukazatele:

- „**LPT**“ – *litres per tonne transported* (definovaná například v literatuře [109]), vyjadřující počet litrů spotřebovaného paliva připadající na 1 tunu přepraveného nákladu;
- „**LPTKM**“ – *litres per tonne-kilometre*, autorova modifikace ukazatele LPT, vyjadřující počet litrů paliva připadající na jeden tunokilometr;
- „**LPC**“ – *litres per capacity*, použitá například v literatuře [110], bude modifikována pro potřeby vyjádření počtu litrů spotřebovaného paliva připadajících na:
 - jednu euro-paletu – LPC_{plt} ,
 - jeden metr krychlový ložného prostoru dané soupravy – LPC_{m3} .

EKOLOGICKÁ NÁROČNOST PROVOZU

Ekologickou náročností provozu se pro potřeby disertační práce bude rozumět produkce emisí oxidu uhličitého (CO₂).

Autor vyjádří matematické vztahy pro tyto ukazatele:

- „EPT“ – *emissions per tonne transported*, použitá v literatuře [110], vyjadřující hmotnost emisí CO₂ v kilogramech, připadající na 1 tunu přepraveného nákladu;
- „EPTKM“ – *emissions per tonne-kilometre*, autorova modifikace ukazatele EPT, vyjadřující hmotnost emisí CO₂ v kilogramech, připadající na 1 tunokilometr;
- „EPC“ – *emissions per capacity*, je autorovou modifikací ukazatele použitého v literatuře [110], vyjadřující hmotnost emisí CO₂ v kilogramech, připadající na:
 - jednu euro-paletu – EPC_{plt},
 - jeden metr krychlový ložného prostoru dané soupravy – EPC_{m3}.

Tab. 2 shrnuje jednotky, ve kterých jsou *ukazatele efektivity* a *ukazatele ekologické náročnosti* vyjadřovány. Všechny tyto ukazatele budou vypočteny pro různé silniční soupravy a bude provedeno jejich vzájemné porovnání. **Cílem bude zhodnotit efektivitu a ekologickou náročnost zvolených silničních souprav.**

Tab. 2 Jednotky zvolených technologických ukazatelů

UKAZATEL	JEDNOTKA
LPT	l/t
LPTKM	l/tkm
LPC	l/plt; l/m ³
EPT	kg/t
EPTKM	kg/tkm
EPC	kg/plt; kg/m ³

Zdroj: Autor, na základě [109], [110]

3.2 Shrnutí využití metod v disertační práci

Tato kapitola je tvořena přehledným souhrnem charakteristik a konkrétního použití zvolených metod řešení v disertační práci. Ty jsou pro názornost uvedeny v Tab. 3 na str. 53.

Tab. 3 Souhrnné informace ke zvoleným metodám řešení

název metody	charakteristika metody	konkrétní použití metody
metody teorie systémů a systémového přístupu	<p>1) metody teorie systémů slouží ke studiu objektů – tzv. „systémů“; systémy lze definovat třemi způsoby: behavioristickým, stavovým a kompozičním</p> <p>2) SWOT analýza je metoda používaná k prezentaci analytických poznatků o různých objektech zkoumání</p> <p>3) metody systémového přístupu slouží především k řešení interdisciplinárních problémů při zohlednění všech vnitřních a vnějších vazeb (souvislostí)</p>	<p>ad 1) vymezení systému k řešení; aplikace Checklandovské metodiky pro tuto oblast (CATWOE analýza systému SND); funkční dekompozice stávajícího systému SND</p> <p>ad 2) SWOT analýza jednotlivých druhů silničních souprav jako podklad pro metodu TOPSIS</p> <p>ad 3) zpracování metodiky zapojení kapacitních souprav do systému SND; součástí bude vytvoření vývojového diagramu procesu zapojení</p>
metody teorie grafů	metody teorie grafů mají široké spektrum využití; jde o určování cest na grafech, výběr části grafu, lokačně-alokační úlohy, určení kritické cesty, apod.	sestavení postupů pro výběr podgrafu (sítě PK) pro provoz různých typů souprav s nestandardní délkou
metody multikriteriální analýzy	metody MCA jsou podpůrným matematickým prostředkem při rozhodování; slouží pro výběr vhodné varianty z množiny variant, na základě stanovených kritérií	výběr vhodné soupravy pro konkrétní použití (přeprava paletizovaného zboží, resp. přeprava intermodálních přepravních jednotek) pomocí metody TOPSIS
výpočet technologických ukazatelů	metoda výpočtu technologických ukazatelů slouží k názornému porovnání různých silničních souprav a kvantifikaci jejich rozdílů	<p>a) výpočet úspor v oblasti počtu jízd, jízdního výkonu, paliva a mýtného</p> <p>b) výpočet efektivity využití paliva</p> <p>c) výpočet ekologické náročnosti</p>

Zdroj: Autor, na základě [103]-[108]


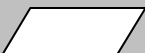








4 NÁVRH METODIKY IMPLEMENTACE KAPACITNÍCH SOUPRAV DO LOGISTICKÝCH PŘEPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

První část *teoretického návrhu řešení* disertační práce (kapitola 4.1) je tvořena **návrhem vývojového diagramu metodiky implementace kapacitních souprav** do logistických přepravních systémů (dále jen „**metodika**“). Druhá část (kapitola 4.2) obsahuje autorem disertační práce detailně **rozpracované postupové kroky navrhované metodiky**.

4.1 Vývojový diagram navrhované metodiky

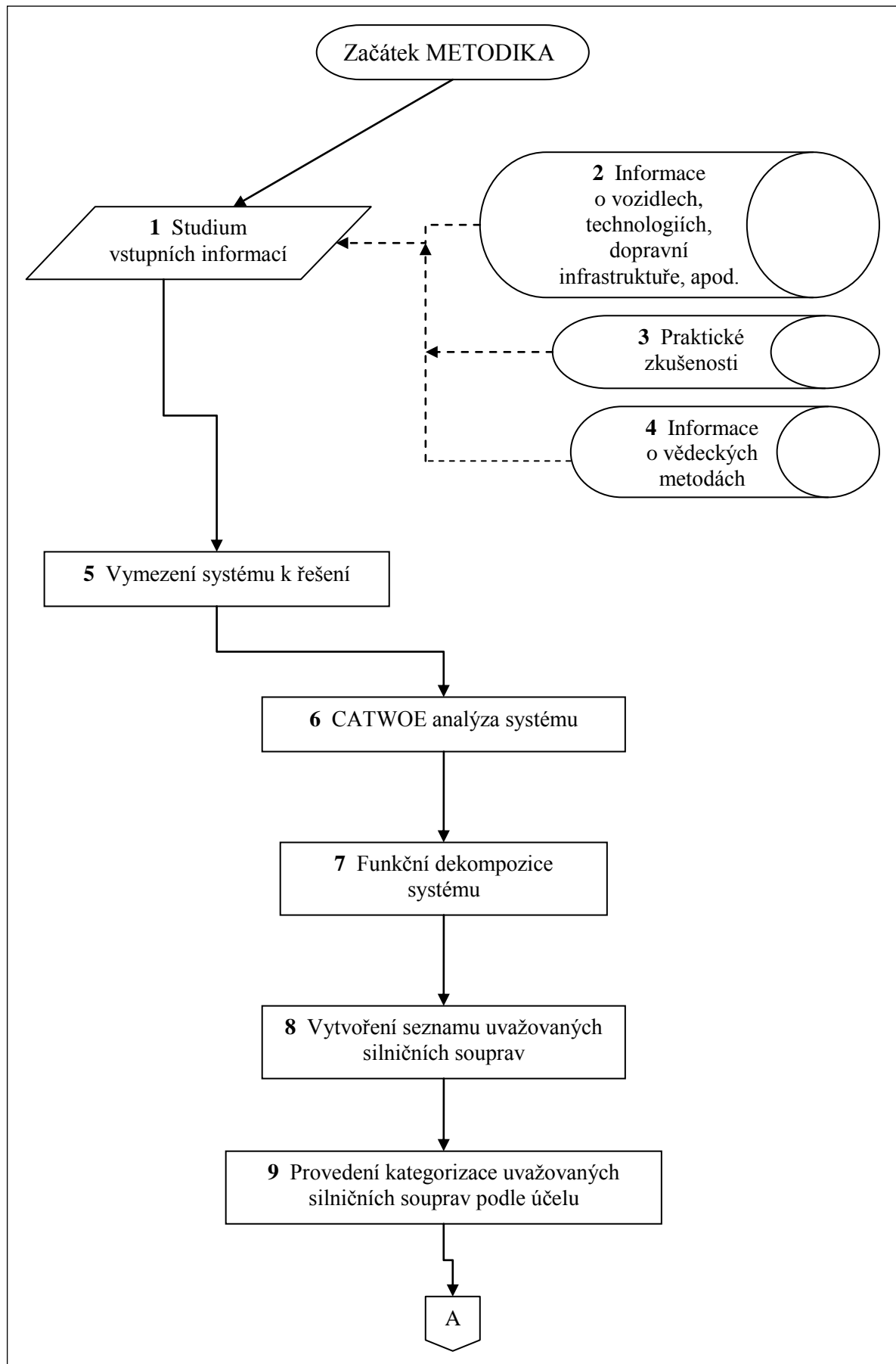
V této kapitole je prezentován vývojový diagram, sestrojený pomocí značek definovaných (podle [111]) mezinárodní **normou ČSN ISO 5807:1996**. Je třeba zdůraznit, že *se nejedná o vývojový diagram počítačového programu*. Způsob použití některých značek a spojnic (šipek) se proto může lišit od syntaxe vývojových diagramů používaných programátory. **Vývojový diagram navrhované metodiky je uveden na Obr. 18.**

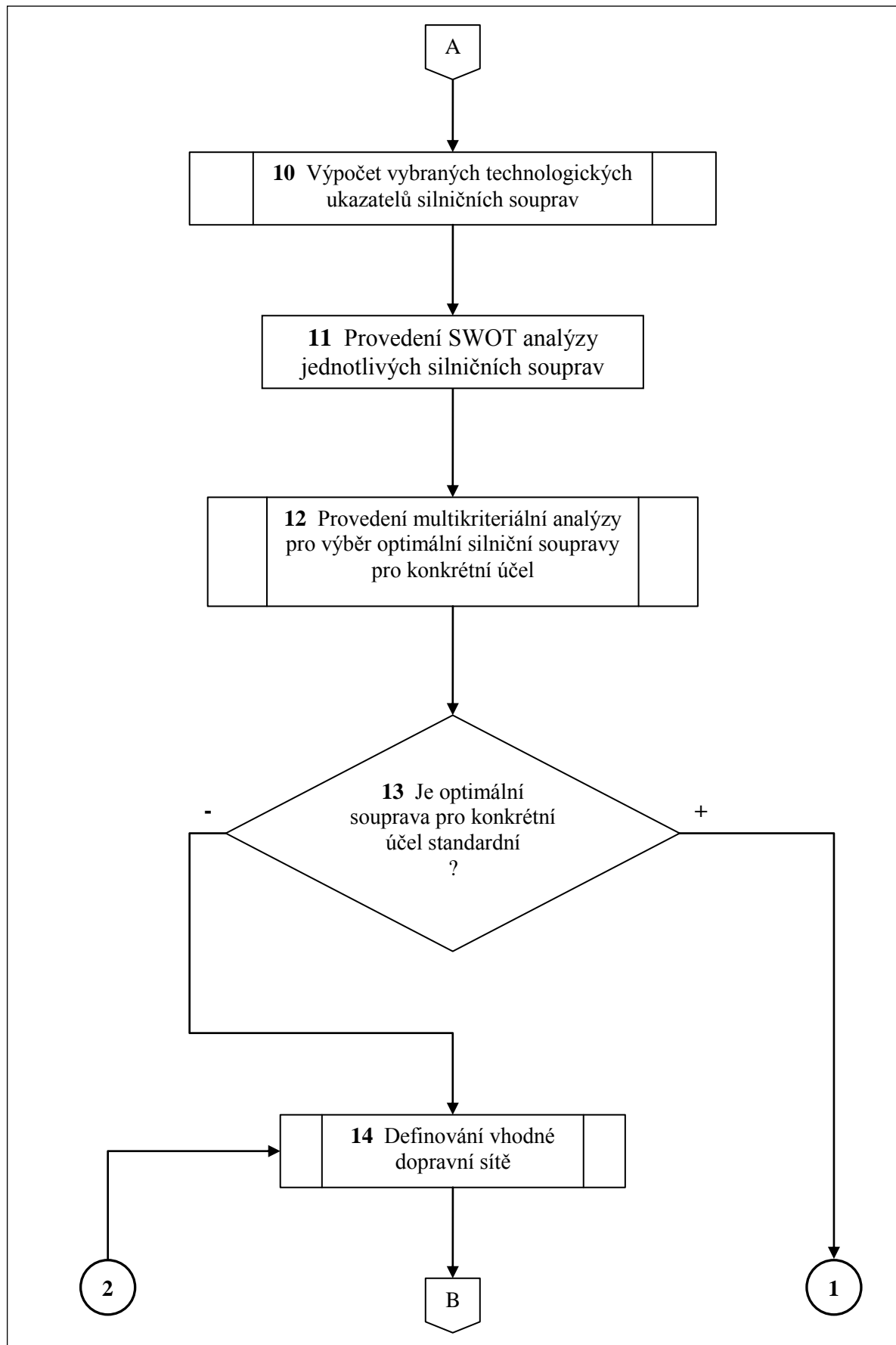
V tomto případě vývojový diagram představuje **grafické znázornění struktury řešeného problému** – tedy: implementace kapacitních souprav do logistických přepravních systémů. Pro potřeby disertační práce mají používané značky význam uvedený na Obr. 17.

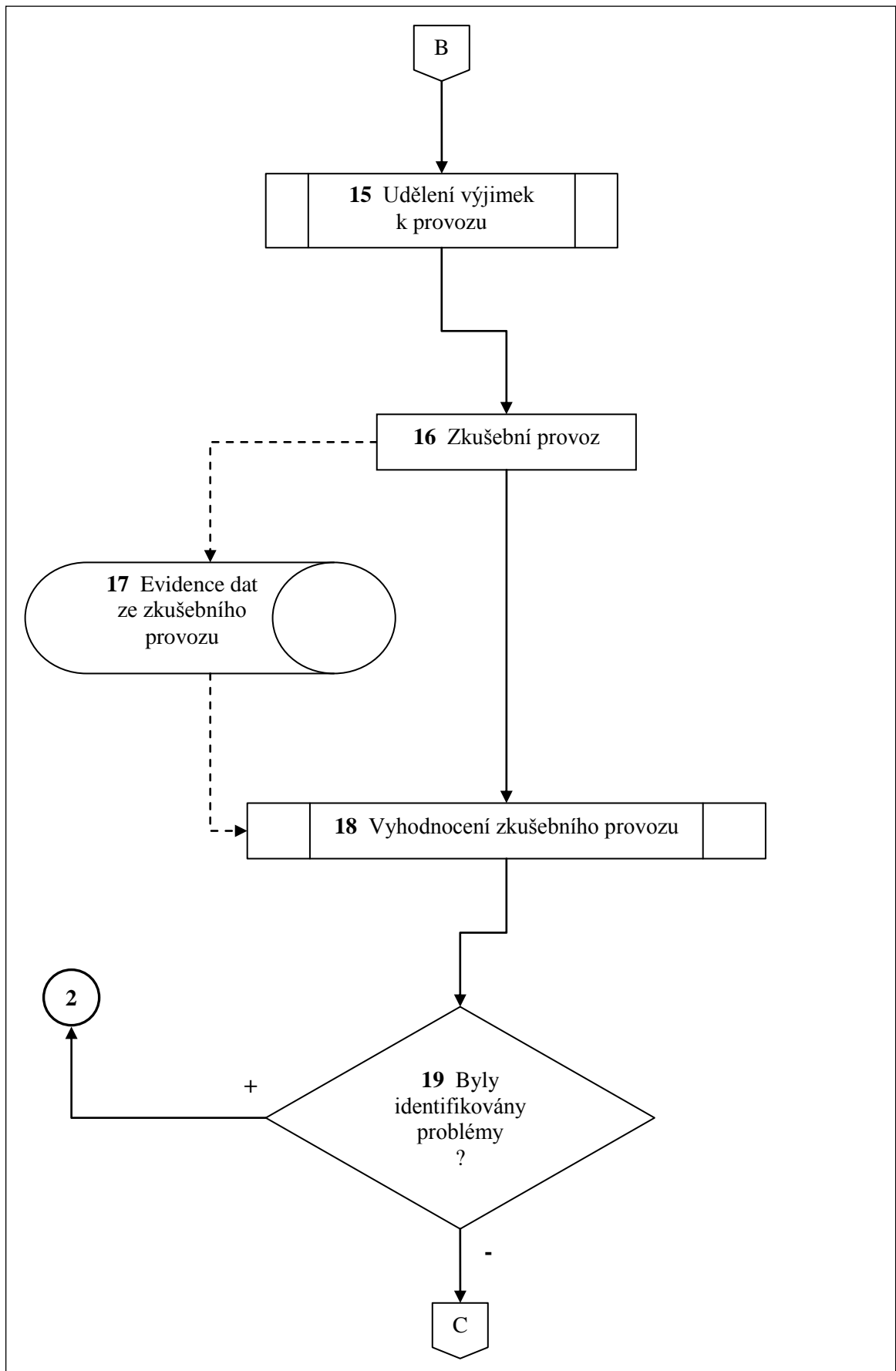
	ZAČÁTEK A KONEC METODIKY
	STUDIUM VSTUPNÍCH INFORMACÍ PRO ROZHODOVÁNÍ
	ZDROJE NEBO DATABÁZE INFORMACÍ
	PROCEDŮRA – SKLÁDÁ SE Z DÍLČÍCH ČINNOSTÍ (KROKŮ)
	KONKRÉTNÍ ČINNOST (KROK)
	ROZHODOVACÍ KROK
	SPOJKA ČINNOSTÍ (S ČÍSLEM)
	SPOJKA MEZI STRÁNKAMI (S PÍSMENEM)
	NÁVAZNOST ČINNOSTÍ (KROKŮ)
	TOK INFORMACÍ

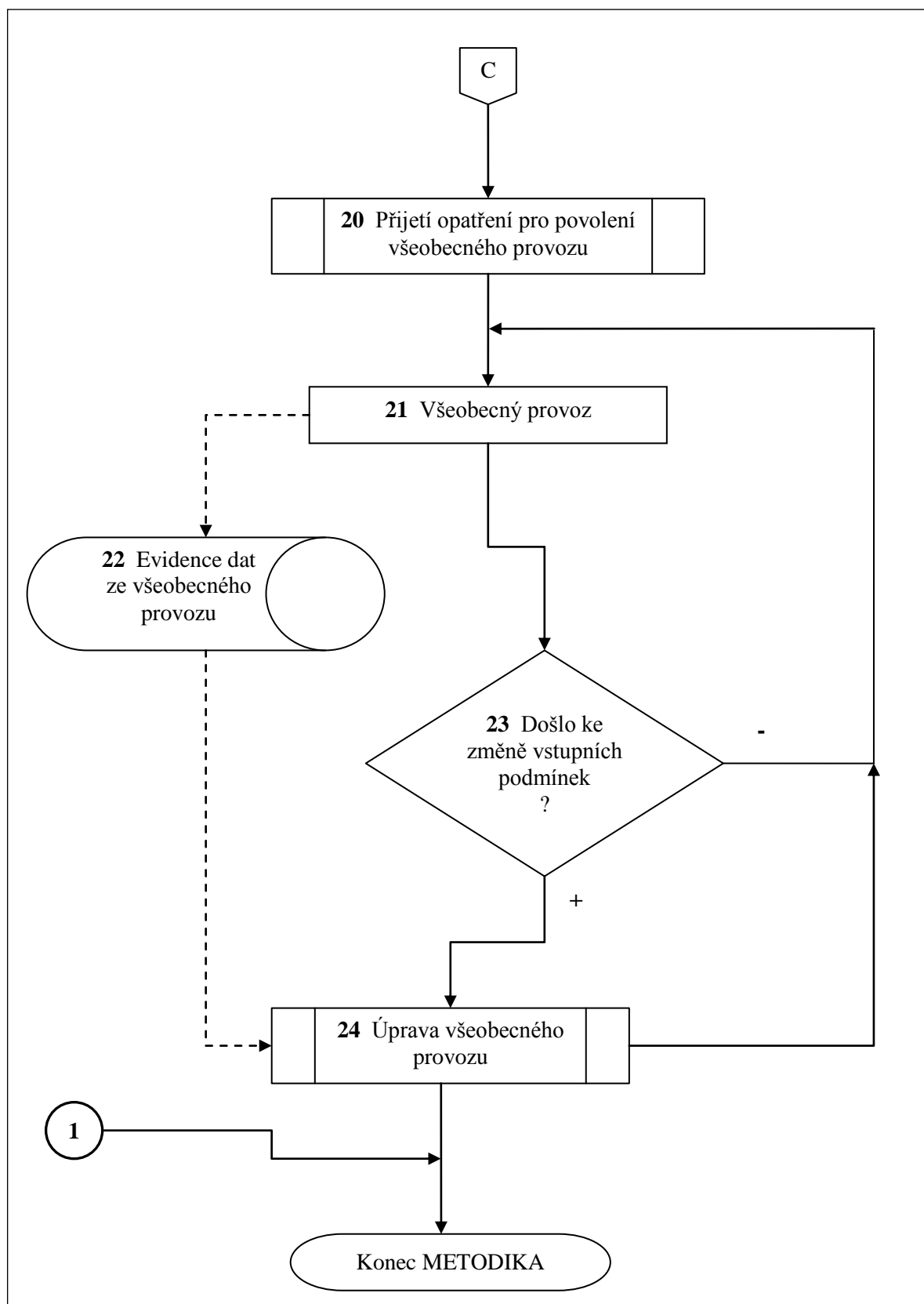
Zdroj: Autor

Obr. 17 Význam značek používaných ve vývojových diagramech v disertační práci









Zdroj: Autor

Obr. 18 Vývojový diagram navrhované metodiky

4.2 Postupové kroky navrhované metodiky

V této kapitole nejprve autor definuje postupové kroky navržené metodiky, vycházející z vývojového diagramu na Obr. 18, sestaveného v kapitole 4.1. Tyto kroky jsou následně autorem disertační práce podrobně rozpracovány.

Autor navrhuje metodiku implementace kapacitních souprav do logistických přepravních systémů zejména ve vazbě na:

- předpokládaný **nárůst poptávky po SND**;
- zvýšení **bezpečnosti silničního provozu** (efekt pro společnost jako celek);
- snížení **zátěže životního prostředí** – zejména v oblasti nižší produkce emisí (efekt pro společnost jako celek);
- snížení **přepravních nákladů** (efekt pro dopravce i přepravce)
- nutnost **optimalizace přeprav** – jak v segmentu přímé SND, tak v segmentu KP, kde SND hraje důležitou roli (efekt pro logistiku);
- plán výstavby sítě **veřejných multimodálních logistických center v ČR** – autorem navržená metodika může být vhodným podkladem například pro MDČR při rozhodování o lokálním/plošném využívání kapacitních souprav (zejm. souprav s nestandardní délkou) pro přepravy mezi logistickými centry, resp. pro obsluhu atrakčních obvodů těchto logistických center.

Na základě principů *systémového přístupu* k řešení vytyčeného úkolu a na základě sestaveného *vývojového diagramu*, lze hlavní **postupové kroky navrhované metodiky** souhrnně definovat takto:

- 1) rešerše a sběr vstupních dat (viz kapitola 4.2.1);
- 2) rešerše a studium relevantních vědeckých metod (viz kapitola 4.2.2);
- 3) aplikace teorie systémů na řešenou problematiku (viz kapitola 4.2.3);
- 4) vytvoření seznamu uvažovaných silničních souprav a jejich kategorizace podle účelu – tj. *přeprava paletizovaného zboží*, resp. *přeprava intermodálních přepravních jednotek* (viz kapitola 4.2.4);
- 5) výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav (viz kapitola 4.2.5);
- 6) SWOT analýza uvažovaných silničních souprav (viz kapitola 4.2.6);

- 7) identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA a určení, zda je optimální souprava standardní, či nikoli (viz kapitola **4.2.7**);
- 8) definování vhodné dopravní sítě;
- 9) udělení výjimek pro zkušební provoz;
- 10) zkušební provoz a sběr dat ze zkušebního provozu (*zpětná vazba*);
- 11) vyhodnocení dat ze zkušebního provozu, identifikace případných problémů a přijetí opatření k jejich odstranění;
- 12) přijetí opatření k povolení všeobecného (běžného) provozu;
- 13) všeobecný provoz a sběr dat ze všeobecného provozu (*zpětná vazba*);
- 14) sledování změn vstupních dat a přijmutí nutných opatření.

Kroky 8 až 14 jsou shrnuty v kapitole **4.2.8** „*Postupové kroky implementace soupravy s nestandardní délkou do logistických přepravních systémů*“ a realizují se pouze v případě, že **pomocí zvolené metody MCA nebyla vybrána standardní souprava** – viz rozhodovací blok č. 13 v hlavním vývojovém diagramu na Obr. 18, str. 56.

Pro snazší orientaci v hierarchii kroků a ve vazbě na sestavený **hlavní vývojový diagram metodiky na Obr. 18** (na stranách 55 až 58), je v úvodu každého postupového kroku vždy uvedeno:

- číslo, nebo čísla bloků z vývojového diagramu metodiky (dále autorem označovaná jako „*pozice*“), která odpovídají danému kroku,
- číslo bloku z vývojového diagramu, který předchází danému kroku (dále „*předchůdce*“),
- číslo kroku z vývojového diagramu, které následuje po daném kroku (dále „*následovník*“).

4.2.1 *Rešerše a sběr vstupních dat*

Základní informace ke kroku:

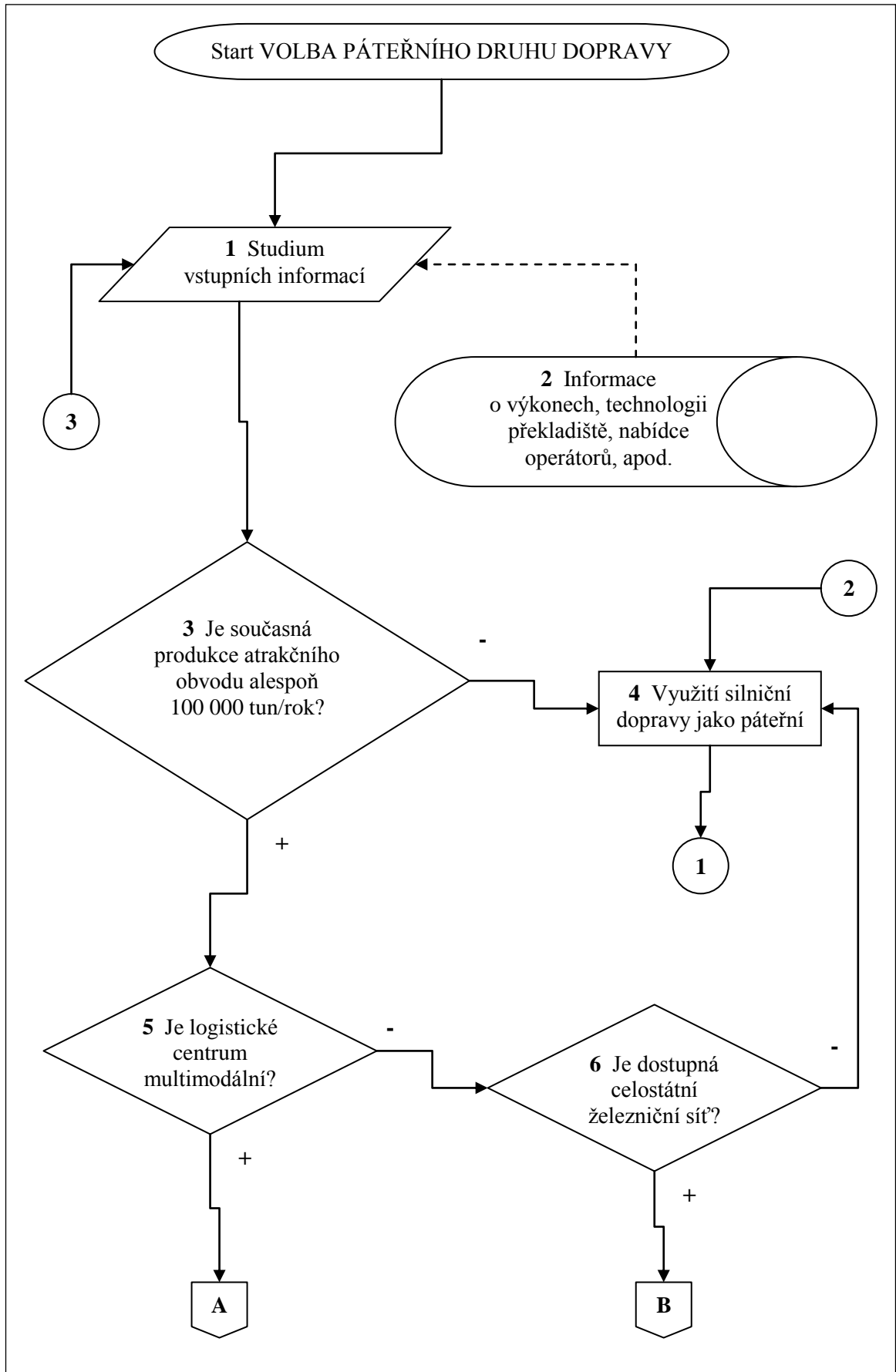
- pozice **1** (resp. její vstup č. **2 a 3**);
- předchůdce není (začátek metodiky);
- následovník **5**.

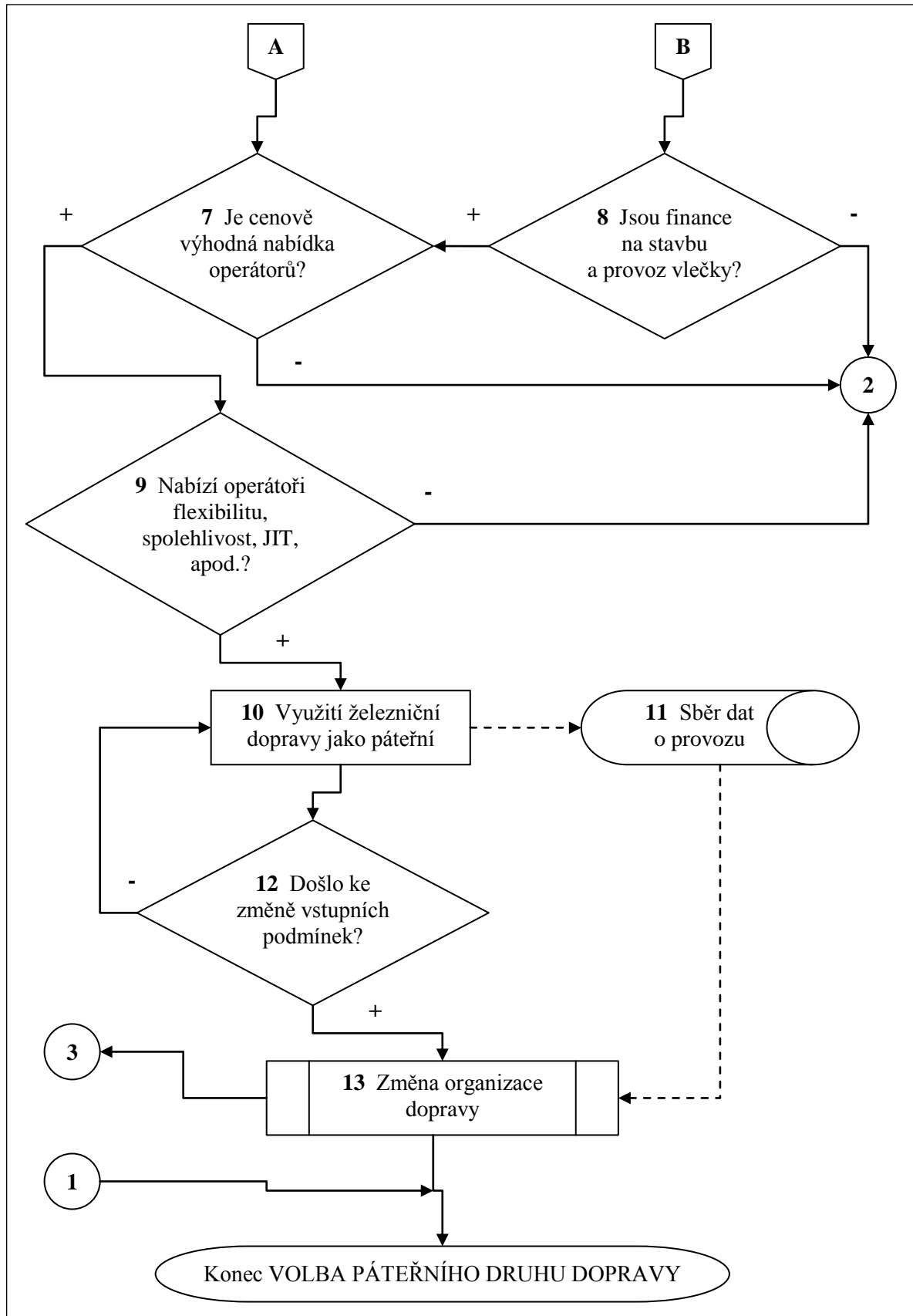
Tento krok spočívá v získání a vyhodnocení relevantních informací, nutných k vyřešení problému. Jde o **sběr informací především z těchto oblastí:**

- 1) právní předpisy;
- 2) silniční dopravní prostředky používané v logistických systémech a jejich přepravně-technické charakteristiky;
- 3) role SND v systémech KP;
- 4) technická základna logistických center pro potřeby SND;
- 5) lokace logistických center ve vazbě na dostupnou dopravní infrastrukturu;
- 6) používané logistické technologie (Hub and Spoke, crossdocking, JIT, JIS, apod.);
- 7) bimodalita, případně multimodalita logistických center;
- 8) využívání KP v logistických systémech;
- 9) intermodální přepravní jednotky používané v logistických systémech.

Z výše uvedených devíti bodů je zřejmé, že je problém nutno řešit **na základě principů systémového přístupu**, tedy tak, aby byly zohledněny všechny vnitřní a vnější vazby (souvislosti) systému SND.

Všech **devět výše uvedených bodů bylo analyzováno v této disertační práci** – a to v kapitolách **1.1 až 1.5**. Analýza byla provedena jednak pro zahraničí (především SRN, Nizozemsko, Švédsko a Velkou Británii) a jednak pro ČR. **Bod č. 8** (*využívání KP v logistických systémech*) je autorem disertační práce **rozpracován formou samostatného vývojového diagramu na Obr. 19** (viz str. 62 a 63) Význam jednotlivých bloků a šipek tohoto vývojového diagramu je shodný s „*hlavním*“ vývojovým diagramem navrhované metodiky na Obr. 18.





Zdroj: Autor, [41]

Obr. 19 Vývojový diagram metodiky volby páteřního druhu dopravy

Vývojový diagram na Obr. 19 prezentuje postup řešení rozhodovacího problému týkajícího se volby páteřního druhu dopravy mezi (multimodálními) logistickými centry.

V prvním rozhodovacím kritériu (**blok 3** vývojového diagramu na Obr. 19) **použil autor hodnotu z literatury [41]**, která byla prostudována v rámci analytické části této práce (viz str. 38). Autor se s touto hodnotou ztotožňuje a **v dalších krocích metodiky bude uvažovat, že produkční potenciál atrakčního obvodu je nižší než 100 000 tun/rok.**

SND JAKO PÁTEŘNÍ DRUH DOPRAVY MEZI LOGISTICKÝMI CENTRY

V dalších bodech navrhované metodiky a především v aplikační části návrhů disertační práce (ve výpočtech v kapitole 5) bude uvažován tento scénář:

- 1) mezi logistickým centrem „A“ a „B“ existuje tok zboží;
- 2) produkční potenciál atrakčního obvodu logistického centra „A“ je 90 000 tun/rok => SND bude páteřním druhem dopravy mezi logistickými centry; bude řešena pouze přeprava v jednom směru: $A \rightarrow B$;
- 3) všechny analyzované soupravy budou uvažovány v provedení valník s plachtou;
- 4) jako základní souprava (označována S_z) bude určena *standardní jednopodlažní návěsová souprava*; s ní budou ostatní soupravy (označované S_i) porovnávány;
- 5) náklad je ložený na dřevěných euro-paletách; vlastní hmotnost jedné euro-palety je dle literatury [112] 20 kg;
- 6) náklad není stohovatelný;
- 7) hmotnost nákladu na jedné euro-paletě je 300 kg; výška nákladu na paletě je 1,2 m;
- 8) nakládka souprav probíhá u nakládacích „*gates*“, k nimž je třeba zacouvat;
- 9) přepravní vzdálenost (vzdálenost uvažovaných logistických center) je 200 km;
- 10) nakládka probíhá v logistickém centru, které je situováno u silnice první třídy; vzdálenost k dálnici je 19 km;
- 11) vykládka probíhá v logistickém centru, které je situováno u silnice druhé třídy; vzdálenost od dálnice je 1 km;
- 12) na úseku silnice první, resp. druhé třídy nejsou problematické okružní křižovatky ani problematické směrové oblouky;
- 13) dálnice je zpoplatněna mýtným (celkem 180 km); sazbu mýtného na základě [108] autor uvažuje 5 Kč/km (sazba pro soupravy o čtyřech a více nápravách, tažné vozidlo plní emisní normu Euro 5).

Pojem „*scénář*“ je zde použit ve smyslu *vstupních předpokladů*, či *východisek* pro aplikační část disertační práce v kapitole 5.

Důvod výběru jednopodlažní návěsové soupravy jako *základní* je, že je nejčastěji používaným typem silniční soupravy v logistických přepravních řetězcích v ČR. Autor si je vědom, že v jiných státech je (může být) situace odlišná.

SND V KOMBINOVANÉ PŘEPRAVĚ – ROLE VE SVOZU A ROZVOZU

Autor si vytyčil jako jeden z cílů práce zkoumat rovněž **roli SND v systémech KP. Proto zde budou příslušné kroky metodiky zpracovány variantně i pro segment přepravy intermodálních přepravních jednotek silniční dopravou** – tedy v režimu svozu a rozvozu těchto jednotek v rámci atrakčního obvodu (multimodálního) logistického centra.

V tomto případě je uvažován **následující scénář**:

- 1) v atrakčním obvodu logistického centra „C“ (terminálu KP) existuje výrobní podnik „D“ s produkcí 50 000 tun/rok; bude řešena přeprava pouze v jednom směru: $D \rightarrow C$;
- 2) podnik „D“ nemá železniční vlečku, ale hodlá využívat pro přepravu do logistického centra *jednopodlažní výměnné nástavby C 745* – viz Obr. 29 na straně 137;
- 3) jako základní souprava bude určena *přívěsová tandemová souprava*; s ní budou ostatní soupravy porovnávány;
- 4) náklad je ložený na dřevěných euro-paletách; vlastní hmotnost jedné euro-palety je dle literatury [112] 20 kg;
- 5) náklad není stohovatelný;
- 6) hmotnost nákladu na jedné euro-paletě je 300 kg; výška nákladu na paletě je 1,2 m;
- 7) výměnné nástavby jsou připraveny k nakládce na soupravu na nákladové rampě u expedičního skladu podniku „D“ – výměnné nástavby jsou umístěny podélně s hranou nákladové rampy;
- 8) při nakládce výměnných nástaveb na soupravu (v podniku „D“) je využíváno manipulačních zařízení **Mobiler** (bočního horizontálního překladače kontejnerů a výměnných nástaveb – viz Obr. 28 na straně 137) jimiž jsou všechny uvažované soupravy vybaveny; hmotnost jednoho manipulátoru Mobiler je dle [113] 2 tuny;
- 9) přepravní vzdálenost mezi výrobním podnikem a logistickým centrem je 60 km;

- 10) výrobní podnik je situován u silnice první třídy, která po 19,5 kilometrech přechází v rychlostní silnici vedoucí kolem uvažovaného logistického centra; vzdálenost logistického centra od rychlostní silnice je 0,5 km;
- 11) na úseku mezi výrobním podnikem a rychlostní silnicí, resp. na úseku po sjezdu z rychlostní silnice u logistického centra nejsou problematické okružní křižovatky ani problematické směrové oblouky;
- 12) rychlostní silnice je zpoplatněna mýtným (celkem 40 km); zbylé úseky trasy zpoplatněny nejsou; sazbu mýtného na základě [108] autor uvažuje 5 Kč/km (sazba pro soupravy o čtyřech a více nápravách, tažné vozidlo plní emisní normu Euro 5).

Cílem teoretického a aplikačního návrhu bude provést porovnání jednotlivých typů souprav (pro přímou SND i KP) pomocí výpočtů *technologických ukazatelů* a následně vybrat vhodný typ soupravy pro přepravu zvolených intermodálních přepravních jednotek (IPJ) pomocí *metody TOPSIS*.

4.2.2 Rešerše a studium relevantních vědeckých metod

Základní informace ke kroku:

- pozice **1** (resp. její vstup č. **4**);
- předchůdce není;
- následovník 5.

Tento krok metodiky spočívá v identifikaci vhodných vědeckých metod, aplikovatelných na řešený problém. Autor provedl tuto rešerši a její výstupy jsou shrnuty v kapitole **3** této disertační práce.

4.2.3 Aplikace teorie systémů na řešenou problematiku

Základní informace ke kroku:

- pozice **5, 6 a 7**;
- předchůdce 1;
- následovník 8.

Doprava a logistika z pohledu systémové teorie byla řešena v kapitole **1.5** této práce. Zde budou shrnuty jen základní teze této problematiky.

Jak vyplývá z vývojového diagramu **metodiky na Obr. 18** (str. 55), je třeba:

- vymezit systém k řešení;
- provést CATWOE analýzu tohoto systému;
- provést funkční dekompozici tohoto systému.

VYMEZENÍ SYSTÉMU K ŘEŠENÍ

V této práci bude řešeným (zkoumaným) systémem **silniční nákladní doprava**.

CATWOE ANALÝZA SYSTÉMU

Analýza CATWOE (též tzv. „základní definice systému“) je součástí Checklandovské metodiky pro měkké (HAS) systémy. Pojem „CATWOE“ je dle [114] zkratkou pro:

- **Customer** – ten, kdo má prospěch nebo nepospěch z transformace;
- **Actor** – ten, který vykonává transformaci;
- **Transformation Process** – přeměna vstupů ve výstupy, tedy konkrétní činnost systému;
- **Weltanschauung** (též „World-view“) – „světový názor“, smysl a účel transformace;
- **Owner** – ten, kdo může zastavit transformaci;
- **Environmental constraints** – prvky, které jsou mimo systém, ale ovlivňují ho.

Pro úplnost práce uvádí, že je v rámci Checklandovské metodiky možné vytvořit tzv. „**Rich-Picture**“. Rich-Picture je grafickým vyjádřením toho, co víme o „*neuspořádané situaci*“ (v originále [115] „*messy situation*“), kterou řešíme. Rich-Picture pomáhá řešiteli určit vazby mezi jednotlivými prvky systému a odhalit problematická místa. Sestavováním Rich-Picture se disertační práce zabývat nebude.

FUNKČNÍ DEKOMPOZICE SYSTÉMU

Z tak zvaného „*makro pohledu*“ je zde zkoumaným systémem **silniční nákladní doprava**. Při přechodu na vyšší rozlišovací úroveň („*mikro pohled*“) se autor na základě provedené **dekompozice systému silniční nákladní dopravy** zaměří na systém **silničních nákladních vozidel a souprav**, jakožto *mobilní subsystém SND*.

4.2.4 *Vytvoření seznamu uvažovaných silničních souprav a kategorizace těchto souprav podle účelu*

Základní informace ke kroku:

- pozice **8 a 9**;
- předchůdce 7;
- následovník 10.

Tento krok navržené metodiky spočívá v tvorbě seznamu různých typů souprav a jejich konfigurací (podle skladby vozidel v soupravě), které budou předmětem zkoumání. Zvolené soupravy je následně nutné rozdělit do kategorií podle účelu.

Vzhledem k zaměření disertační práce půjde o dvě kategorie:

- 1) soupravy určené *pro přepravu paletizovaného zboží* (valníkové soupravy s plachtou),
- 2) soupravy určené *pro přepravu intermodálních přepravních jednotek* (nosiče kontejnerů a výměnných nástaveb).

Soupravy v bodě 1 (výše uvedeného seznamu) jsou určeny **pro dálkovou přepravu** mezi logistickými centry, soupravy v bodě 2 jsou určeny **pro svoz/rozvoz** intermodálních přepravních jednotek v rámci atrakčního obvodu logistického centra.

Kategorizace souprav je nezbytná pro následující kroky navržené metodiky – především pro krok 5 (*Výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav*) a pro krok 7 (*Identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA*).

4.2.5 *Výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav*

Základní informace ke kroku:

- pozice **10**;
- předchůdce 9;
- následovník 11.

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.1.4, pro porovnání různých silničních nákladních souprav navrhne autor **technologické ukazatele** pro vyhodnocení:

- 1) úspory počtu:
 - a) jízd,
 - b) ujetých kilometrů (jízdního výkonu),
 - c) nákladů na palivo a mýtné;
- 2) efektivity využití paliva;
- 3) ekologické náročnosti provozu – týkající se emisí CO₂.

Tyto technologické ukazatele budou vyjádřeny pro:

- *valníkové soupravy*, používané pro **přímou (dálkovou) SND** mezi logistickými centry – viz str. 70-81;
- *nosiče intermodálních přepravních jednotek*, používaných pro **svoz/rozvoz** v rámci atrakčního obvodu logistického centra – viz str. 81-91.

Výsledná úspora U_X^{Si} , kde $X \in \{ \text{řzd; km; palivo, mýtné} \}$, může nabývat následujících hodnot:

- 1) $U_X^{Si} > 0 \Rightarrow$ nasazení *i-té soupravy* (**S_i**), v porovnání se *soupravou základní* (**S_z**), přinese úsporu v daném *kritériu X* rovnou hodnotě U_X^{Si} ;
- 2) $U_X^{Si} = 0 \Rightarrow$ využití **S_i** v porovnání se **S_z** nepřinese žádnou úsporu \Rightarrow porovnávané soupravy jsou v daném *kritériu X* rovnocenné;
- 3) $U_X^{Si} < 0 \Rightarrow$ nevýhodnost použití **S_i** ve srovnání se **S_z**; hodnota U_X^{Si} vyjadřuje „o kolik“ je **S_i** v daném *kritériu X* horší (tedy méně výhodná) než **S_z**.

U hodnot technologických ukazatelů **pro základní soupravu** lze uvažovat jednu z následujících situací:

- 1) **hodnoty technologických ukazatelů pro S_z známe** (máme je k dispozici) a nemusíme je tedy počítat \Rightarrow *spočítáme pouze hodnoty ukazatelů pro další soupravy* a provedeme jejich porovnání s hodnotami ukazatelů pro **S_z**;
- 2) **hodnoty technologických ukazatelů pro S_z neznáme** \Rightarrow aplikujeme přímo vztahy (2) až (50), s tím, že se vždy *indexy „i“ (tedy pro i-tou soupravu)* ve vztazích *nahradí indexy „z“ (pro základní soupravu)* \rightarrow například W_{uz}^{Si} (užitečná hmotnost i-té soupravy)

se nahradí $W_{už}^{S_z}$ (užitečná hmotnost základní soupravy), nebo analogicky K^{S_i} (kapacita i-té soupravy) se nahradí K^{S_z} (kapacita základní soupravy).

TECHNOLOGICKÉ UKAZATELE PRO VALNÍKOVÉ SOUPRAVY

ÚSPORA POČTU JÍZD

Autor na straně 64 stanovil, že **ve výpočtech bude řešena pouze přeprava v jednom směru mezi logistickými centry**, za stanovených podmínek a pro různé soupravy.

Vstupními hodnotami pro **výpočet úspory jízd** jsou:

- 1) hmotnost nákladu, která se má za stanovené časové období přepravit v konkrétním směru mezi logistickými centry (dále označovaná jako: „*daná hmotnost nákladu*“);
- 2) hmotnost nákladu na jedné euro-paletě;
- 3) vlastní hmotnost euro-palety (hmotnost prázdné euro-palety);
- 4) technicko-přepravní parametry uvažovaných silničních souprav:
 - a) užitečná hmotnost,
 - b) celková hmotnost,
 - c) kapacita ložného prostoru – počet euro-palet.

Úsporu počtu jízd při využití i-té soupravy lze vyjádřit vztahem (2):

$$U_{jzd}^{S_i} = N_{jzd}^{S_z} - N_{jzd}^{S_i} \quad [\text{jízd}] \quad (2)$$

kde:

$U_{jzd}^{S_i}$ – úspora počtu jízd při využití S_i [jízd];

$N_{jzd}^{S_z}$ – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití S_z [jízd];

$N_{jzd}^{S_i}$ – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití S_i [jízd].

Pro určení počtu jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu *při použití i-té soupravy* je autorem práce stanoven postup, při kterém je třeba určit:

- 1) **počet palet, které je možno naložit na i-tou soupravu** z hlediska její užitečné hmotnosti, přičemž musí být *zohledněna skutečná kapacita i-té soupravy (!)*; výsledný počet palet je proto nutno *zaokrouhlit na celé palety dolů*;
- 2) **celkový počet palet** nutný k přepravě dané hmotnosti nákladu; výsledný počet palet je nutno *zaokrouhlit na celé palety nahoru*, aby byla zajištěna přeprava dané hmotnosti nákladu;
- 3) **celkovou hmotnost všech palet** nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu;
- 4) **počet jízd i-té soupravy při zohlednění její užitečné hmotnosti**; výsledný počet jízd je nutno *zaokrouhlit na celé jízdy nahoru*, aby byla zajištěna přeprava dané hmotnosti nákladu;
- 5) **počet jízd i-té soupravy při zohlednění její kapacity**; výsledný počet jízd je nutno *zaokrouhlit na celé jízdy nahoru*, aby byla zajištěna přeprava dané hmotnosti nákladu;
- 6) **počet jízd i-té soupravy nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu** => *maximum* z hodnot vypočítaných v bodech 4 a 5.

Ad 1: určení počtu palet, které je možno naložit na i-tou soupravu – viz vztah (3):

$$N_{plt}^{Si} = \frac{W_{už}^{Si}}{M_{plt}^{empty} + M_{cargo}^{plt}} \quad [plt] \quad (3)$$

kde:

N_{plt}^{Si} – počet palet, které je možno naložit na S_i [plt];

$W_{už}^{Si}$ – užitečná hmotnost S_i [t];

M_{plt}^{empty} – hmotnost prázdné palety [t];

M_{cargo}^{plt} – hmotnost nákladu na paletě [t].

Při určení výsledného **počtu palet** na základě vztahu (3) je nutné **ověřit, že výsledek splňuje podmínku** danou vztahem (4):

$$N_{plt}^{Si} \leq K^{Si} \quad [plt] \quad (4)$$

kde:

N_{plt}^{Si} – počet palet, které je možno naložit na i-tou soupravu [plt];

K^{Si} – kapacita i-té soupravy [plt].

Může nastat jedna z následujících situací:

- 1) $N_{plt}^{Si} < K^{Si} \Rightarrow N_{plt}^{Si} = N_{plt}^{Si}$; tedy pokud je výsledný počet palet, stanovený na základě vztahu (3), *nižší než je kapacita i-té soupravy*, je podmínka daná vztahem (4) splněna a stanovený počet palet je možno **bez nutnosti úprav použít** v dalších výpočtech;
- 2) $N_{plt}^{Si} = K^{Si} \Rightarrow N_{plt}^{Si} = N_{plt}^{Si}$; tedy pokud je výsledný počet palet, stanovený na základě vztahu (3), *roven kapacitě i-té soupravy*, je podmínka daná vztahem (4) splněna a stanovený počet palet je možno **bez nutnosti úprav použít** v dalších výpočtech;
- 3) $N_{plt}^{Si} > K^{Si} \Rightarrow N_{plt}^{Si} = K^{Si}$; tedy pokud je výsledný počet palet, stanovený na základě vztahu (3), *vyšší než je kapacita i-té soupravy*, je nutno tento počet palet **snížit právě na hodnotu kapacity i-té soupravy** (K^{Si}).

Ad 2: určení celkového počtu palet nutných pro přepravu dané hmotnosti nákladu – viz vztah (5):

$$N_{plt}^{celk} = \frac{G_{cargo}^{celk}}{M_{cargo}^{plt}} \quad [plt] \quad (5)$$

kde:

N_{plt}^{celk} – celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt];

G_{cargo}^{celk} – daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t];

M_{cargo}^{plt} – hmotnost nákladu na jedné paletě [t].

Ad 3: určení hmotnosti všech palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu – viz vztah (6):

$$G_{plt}^{celk} = N_{plt}^{celk} * M_{plt}^{empty} \quad [t] \quad (6)$$

kde:

G_{plt}^{celk} – celková hmotnost všech palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [t];

N_{plt}^{celk} – celkový počet palet nutný k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt];

M_{plt}^{empty} – hmotnost prázdné palety [t].

Ad 4: určení počtu jízd i-té soupravy při zohlednění její užitečné hmotnosti – viz vztah (7):

$$N_{jzd}^{Si-tun} = \frac{G_{carg o}^{celk} + G_{plt}^{celk}}{W_{už}^{Si}} \quad [jzd] \quad (7)$$

kde:

N_{jzd}^{Si-tun} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti [jzd];

$G_{carg o}^{celk}$ – daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t];

G_{plt}^{celk} – celková hmotnost všech palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [t];

$W_{už}^{Si}$ – užitečná hmotnost i-té soupravy [t].

Ad 5: určení počtu jízd i-té soupravy při zohlednění její kapacity – viz vztah (8):

$$N_{jzd}^{Si-plt} = \frac{N_{plt}^{celk}}{K^{Si}} \quad [jzd] \quad (8)$$

kde:

N_{jzd}^{Si-plt} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění její kapacity [jzd];

N_{plt}^{celk} – celkový počet palet nutný k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt];

K^{Si} – kapacita i-té soupravy [plt].

Ad 6: určení počtu jízd i-té soupravy nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu – viz vztah (9):

$$N_{jzd}^{Si} = \max \left[N_{jzd}^{Si-tun}; N_{jzd}^{Si-plt} \right] \quad [\text{jízd}] \quad (9)$$

kde:

N_{jzd}^{Si} – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití i-té soupravy [jízd];

N_{jzd}^{Si-tun} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti [jízd];

N_{jzd}^{Si-plt} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění její kapacity [jízd].

ÚSPORA UJETÝCH KILOMETRŮ

Na základě známé přepravní vzdálenosti mezi logistickými centry, bude úspora ujetých kilometrů (tedy *úspora jízdního výkonu*) **vztažena k počtu jízd** nutných pro přepravu dané hmotnosti nákladu na dané relaci – viz vztah (10).

$$U_{km}^{Si} = VZD^{Sz} - VZD^{Si} \quad [\text{km}] \quad (10)$$

kde:

U_{km}^{Si} – úspora jízdního výkonu při využití i-té soupravy [km];

VZD^{Sz} – celkem ujetá vzdálenost základní soupravou [km];

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou [km].

Celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou se spočítá dle vztahu (11):

$$VZD^{Si} = N_{jzd}^{Si} * DST_{LC} \quad [\text{km}] \quad (11)$$

kde:

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou [km];

N_{jzd}^{Si} – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití i-té soupravy [jízd];

DST_{LC} – vzdálenost uvažovaných logistických center [km].

ÚSPORA NÁKLADŮ NA PALIVO A MÝTNÉ

V oblasti **úspory nákladů na palivo** (vztah (12)) je třeba vyjít z:

- průměrné spotřeby paliva i-té soupravy (litrů na 100 kilometrů);
- celkem ujeté vzdálenosti i-tou soupravou;
- ceny jednoho litru paliva (nafty).

$$U_{palivo}^{Si} = NC_{palivo}^{Sz} - NC_{palivo}^{Si} \quad [\text{Kč}] \quad (12)$$

kde:

U_{palivo}^{Si} – úspora nákladů na palivo při použití i-té soupravy [Kč];

NC_{palivo}^{Sz} – náklady celkové na palivo u základní soupravy [Kč];

NC_{palivo}^{Si} – náklady celkové na palivo u i-té soupravy [Kč].

Přičemž **celkové náklady na palivo u i-té soupravy** se vypočítají podle vztahu (13):

$$NC_{palivo}^{Si} = \frac{AVC^{Si} * VZD^{Si}}{100} * Cena^{1l} \quad [\text{Kč}] \quad (13)$$

kde:

NC_{palivo}^{Si} – celkové náklady na palivo u i-té soupravy [Kč];

AVC^{Si} – průměrná spotřeba paliva i-té soupravy [l/100km];

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-té soupravy [km];

$Cena^{1l}$ – cena 1 litru paliva [Kč/l].

V oblasti **úspory nákladů na mýtné** (vztah (14) na str. 76) je třeba vyjít ze:

- sazby mýtného na jeden kilometr pro i-tou soupravu na konkrétním úseku trasy;
- délce zpoplatněného úseku (úseků);
- počtu jízd realizovaných i-tou soupravou.

$$U_{mýtné}^{Si} = NC_{mýtné}^{Sz} - NC_{mýtné}^{Si} \quad [\text{Kč}] \quad (14)$$

kde:

$U_{mýtné}^{Si}$ – úspora na mýtném při použití i-té soupravy [Kč];

$NC_{mýtné}^{Sz}$ – náklady celkové na mýtné u základní soupravy [Kč];

$NC_{mýtné}^{Si}$ – náklady celkové na mýtné u i-té soupravy [Kč].

Celkové náklady na mýtné u i-té soupravy lze vyjádřit vztahem (15):

$$NC_{mýtné}^{Si} = N_{jízda}^{Si} * \sum_{w=1}^n \text{Sazba}_{U_w}^{Si} * \text{Délka}_{U_w} \quad [\text{Kč}] \quad (15)$$

kde:

$NC_{mýtné}^{Si}$ – celkové náklady na mýtné u i-té soupravy [Kč];

$N_{jízda}^{Si}$ – počet jízd i-té soupravy při přepravě dané hmotnosti nákladu [jízdy];

$\text{Sazba}_{U_w}^{Si}$ – sazba mýtného na 1 km na úseku U_w pro i-tou soupravu [Kč/km];

Délka_{U_w} – délka zpoplatněného úseku U_w [km].

Přičemž **musí platit podmínka daná vztahem (16)**, která zajistí, že součet délek jednotlivých zpoplatněných úseků nebude delší, než vzdálenost uvažovaných logistických center:

$$\sum_{w=1}^n \text{Délka}_{U_w} \leq \text{DST}_{LC} \quad [\text{km}] \quad (16)$$

kde:

$\sum_{w=1}^n \text{Délka}_{U_w}$ – součet délek zpoplatněných úseků [km];

DST_{LC} – vzdálenost uvažovaných logistických center [km].

Vztah (15) zohledňuje možnost, že trasa mezi logistickými centry nebude zpoplatněna jen jednou sazbou mýtného. Může se jednat například o:

- různou sazbu zpoplatnění podle kategorie PK (dálnice, silnice první třídy, apod.),

- **mezinárodní přepravu**, kdy bude ve výpočtu třeba zohlednit odlišné sazby mýtného v zahraničí, nebo
- **kombinace** výše uvedeného.

Výsledné náklady na mýtné u i-té soupravy jsou pak součtem nákladů na dílčích úsecích trasy (U_w) – viz vztah (15) a (16). Pokud by byla trasa mezi logistickými centry **zpoplatněna celá a jen jednou sazbou mýtného**, lze vztah (15) zjednodušit na vztah (17).

$$NC_{mýtné}^{Si} = N_{jízda}^{Si} * DST_{LC} * Sazba^{Si} = VZD^{Si} * Sazba^{Si} \quad [Kč] \quad (17)$$

kde:

$NC_{mýtné}^{Si}$ – celkové náklady na mýtné u i-té soupravy [Kč];

$N_{jízda}^{Si}$ – počet jízd i-té soupravy [jízdy];

DST_{LC} – vzdálenost logistických center [km];

$Sazba^{Si}$ – sazba mýtného na 1 km pro i-tou soupravu [Kč/km];

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou [km].

EFEKTIVITA VYUŽITÍ PALIVA

Vstupními hodnotami v této oblasti jsou:

- průměrná spotřeba paliva i-té soupravy (v litrech na 1 kilometr);
- celkem ujetá vzdálenost s i-tou soupravou;
- užitečná hmotnost i-té soupravy;
- objem ložného prostoru i-té soupravy;
- daná hmotnost nákladu, kterou je nutno přepravit;
- celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu;
- vzdálenost logistických center.

$$AVC_{lpkm}^{Si} = \frac{AVC^{Si}}{100} \quad [l/km] \quad (18)$$

kde:

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

AVC^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy [l/100 km].

Autor zde předkládá matematické vztahy pro ukazatele definované v kapitole 3.1.4 na straně 51. Jsou jimi:

- počet litrů (spotřebovaného) paliva připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou (vztah (19));
- počet litrů paliva připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy (vztah (20));
- počet litrů paliva připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou (vztah (21));
- počet litrů paliva připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru i-té soupravy (vztah (22)).

$$LPT^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{G_{c\ arg\ o}^{celk}} \quad [l/t] \quad (19)$$

kde:

LPT^{Si} - počet litrů paliva připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou [l/t];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

$G_{c\ arg\ o}^{celk}$ - daná hmotnost nákladu [t].

$$LPTKM^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si}}{W_{už}^{Si}} \quad [l/tkm] \quad (20)$$

kde:

$LPTKM^{Si}$ - počet litrů paliva připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy [l/tkm];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

$W_{už}^{Si}$ - užitečná hmotnost i-té soupravy [t].

$$LPC_{plt}^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{N_{plt}^{celk}} \quad [l/plt] \quad (21)$$

kde:

LPC_{plt}^{Si} - počet litrů paliva připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou [l/plt];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

N_{plt}^{celk} - celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt].

$$LPC_{m3}^{Si} = \frac{AVC_{l/km}^{Si} * DST_{LC}}{V_{LP}^{Si}} \quad [l/m^3] \quad (22)$$

kde:

LPC_{m3}^{Si} - počet litrů paliva připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru S_i [l/m^3];

$AVC_{l/km}^{Si}$ - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

DST_{LC} - vzdálenost uvažovaných logistických center [km];

V_{LP}^{Si} - objem ložného prostoru i-té soupravy [m^3].

EKOLOGICKÁ NÁROČNOST PROVOZU

Vstupními hodnotami v této oblasti jsou:

- průměrná spotřeba paliva (nafty) i-té soupravy v [l/km] – výpočet viz vztah (18);
- konstanta **EPL (emissions per litre)** – podle literatury [116] je hmotnost emisí CO_2 v kilogramech, vyprodukovaná spálením jednoho litru nafty → $EPL \cong 2,7 = konst.$ [kg/l];
- celkem ujetá vzdálenost s i-tou soupravou;
- užitečná hmotnost i-té soupravy;
- objem ložného prostoru i-té soupravy;
- vzdálenost uvažovaných logistických center;
- daná hmotnost nákladu, kterou je nutno přepravit;
- celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu.

Autor zde předkládá matematické vztahy pro ukazatele definované v kapitole 3.1.4 na straně 52. Jsou jimi:

- hmotnost CO_2 připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou (vztah (23));
- hmotnost CO_2 připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy (vztah (24));
- hmotnost CO_2 připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou (vztah (25));
- hmotnost CO_2 připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru i-té soupravy (vztah (26)).

$$EPT^{Si} = \frac{EPL * AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{G_{c arg o}^{celk}} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{G_{c arg o}^{celk}} \quad [\text{kg/t}] \quad (23)$$

kde:

EPT^{Si} - hmotnost CO₂ připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou [kg/t];

EPL - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty = 2,7 = konst. [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

$G_{c arg o}^{celk}$ - daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t].

$$EPTKM^{Si} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si}}{W_{už}^{Si}} \quad [\text{kg/tkm}] \quad (24)$$

kde:

$EPTKM^{Si}$ - hmotnost CO₂ připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy [kg/tkm];

$2,7 = konst.$ - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

$W_{už}^{Si}$ - užitečná hmotnost i-té soupravy [t].

$$EPC_{plt}^{Si} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{N_{plt}^{celk}} \quad [\text{kg/plt}] \quad (25)$$

kde:

EPC_{plt}^{Si} - hmotnost CO₂ připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou [kg/plt];

$2,7 = konst.$ - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

N_{plt}^{celk} - celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt].

$$EPC_{m^3}^{Si} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * DST_{LC}}{V_{LP}^{Si}} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (26)$$

kde:

$EPC_{m^3}^{Si}$ - hmotnost CO₂ připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru S_i [kg/m³];

2,7 = konst. - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

DST_{LC} - vzdálenost uvažovaných logistických center [km];

V_{LP}^{Si} - objem ložného prostoru i-té soupravy [m³].

TECHNOLOGICKÉ UKAZATELE PRO NOSIČE INTERMODÁLNÍCH JEDNOTEK

ÚSPORA POČTU JÍZD

Vstupními hodnotami pro **výpočet úspory jízd** jsou:

- 1) hmotnost nákladu, která se má za stanovené časové období přepravit mezi výrobním podnikem a logistickým centrem;
- 2) hmotnost nákladu na jedné euro-paletě;
- 3) vlastní hmotnost jedné euro-palety;
- 4) technické parametry uvažovaných silničních souprav:
 - a) užitečná hmotnost,
 - b) celková hmotnost,
 - c) počet konkrétních intermodálních jednotek, které mohou přepravit;
- 5) technické parametry konkrétních IPJ:
 - a) kapacita ložného prostoru – počet euro-palet,
 - b) užitečná hmotnost,
 - c) vlastní hmotnost,
 - d) celková hmotnost.

Úsporu počtu jízd při využití i-té soupravy lze vyjádřit vztahem (27) – viz str. 82.

$$U_{jzd}^{S_i} = N_{jzd}^{S_z} - N_{jzd}^{S_i} \quad [\text{jízd}] \quad (27)$$

kde:

$U_{jzd}^{S_i}$ – úspora počtu jízd při využití S_i [jízd];

$N_{jzd}^{S_z}$ – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití S_z [jízd];

$N_{jzd}^{S_i}$ – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití S_i [jízd].

Pro určení počtu jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu *při použití i-té soupravy* je autorem stanoven postup, při kterém je třeba určit:

- 1) **efektivní užitečnou hmotnost i-té soupravy;**
- 2) **počet palet, které je možno naložit na i-tou soupravu** z hlediska její *efektivní užitečné hmotnosti*, přičemž musí být *zohledněna skutečná kapacita* i-té soupravy (!);
- 3) **celkový počet palet** nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu;
- 4) **celkovou hmotnost všech palet** nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu (součet vlastních hmotností všech palet);
- 5) **počet jízd i-té soupravy při zohlednění (efektivní) užitečné hmotnosti;**
- 6) **počet jízd i-té soupravy při zohlednění kapacity;**
- 7) **počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu** => *maximum* z hodnot vypočítaných v bodech 5 a 6.

Pod pojmem „*efektivní užitečná hmotnost*“ (v bodě 1) je myšlena hmotnost využitelná pro náklad u i-té soupravy – viz vztahy (28), (29) a (30) na str. 83-84.

Pod pojmem „*kapacita i-té soupravy*“ se zde rozumí součet kapacit IPJ naložených na i-té soupravě (viz vztah (32) na str. 84).

Ve výpočtech autor uvažuje, že jsou **na soupravu nakládány shodné IPJ** – například pouze *kontejnery ISO 1C*, nebo pouze *výměnné nástavby C 745*. Nedochozí tedy ke kombinování různých druhů IPJ, ani ke kombinování různých velikostí (řad) konkrétního druhu IPJ na jedné soupravě. **Autor si je vědom toho, že v praxi k tomu dochází.**

Autor neuvažuje využívání *vertikálně manipulovatelných návěsů* pro přepravy mezi zákazníkem a logistickým centrem (terminálem KP). Nicméně pro tento segment KP jsou

analogicky aplikovatelné matematické formulace definované autorem v oddíle „*Technologické ukazatele pro valníkové soupravy*“ na str. 70 až 81.

Ad 1: efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy

$$W_{už-ef1}^{Si} = W_{už}^{Si} - N_{IPJ}^{Si} * M_{IPJ}^{tara} - N_{man}^{Si} * M_{man} \quad [t] \quad (28)$$

kde:

$W_{už-ef1}^{Si}$ – efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti i-té soupravy, vlastní hmotnosti všech IPJ na i-té soupravě a hmotnosti manipulátorů na i-té soupravě [t];

$W_{už}^{Si}$ – užitečná hmotnost i-té soupravy [t];

N_{IPJ}^{Si} – počet IPJ na i-té soupravě [ks];

M_{IPJ}^{tara} – vlastní hmotnost jedné IPJ [t];

N_{man}^{Si} – počet manipulátorů (Mobiler – viz 8. krok scénáře na str. 65) na i-té soupravě [ks];

M_{man} – vlastní hmotnost jednoho manipulátoru [t].

Ve vztahu (28) autor záměrně zohledňuje vliv hmotnosti manipulátorů Mobiler na efektivní užitečnou hmotnost i-té soupravy odděleně, aby byla zajištěna univerzálnost použití navrhované metodiky.

Pokud by i-tá souprava nebyla vybavena manipulátorem (Mobiler, nebo jiným), resp. pokud by vlastní hmotnost tohoto manipulátoru byla započtena do provozní hmotnosti i-té soupravy (na základě údajů z technického průkazu vozidla), hodnota součinu $N_{man}^{Si} * M_{man}$ ve vztahu (28) by byla nulová.

$$W_{už-ef2}^{Si} = N_{IPJ}^{Si} * M_{IPJ}^{už} \quad [t] \quad (29)$$

kde:

$W_{už-ef2}^{Si}$ – efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy při zohlednění sumární užitečné hmotnosti všech IPJ na i-té soupravě [t];

N_{IPJ}^{Si} – počet IPJ na i-té soupravě [ks];

$M_{IPJ}^{už}$ - užitečná hmotnost jedné IPJ [t].

Výsledná efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy (viz vztah (30)) se určí jako *minimum* z hodnot vypočtených na základě vztahů (28) a (29).

$$W_{už-ef}^{Si} = \min \left[W_{už-ef1}^{Si}; W_{už-ef2}^{Si} \right] \quad [t] \quad (30)$$

kde:

$W_{už-ef}^{Si}$ - efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy [t];

$W_{už-ef1}^{Si}$ - efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti i-té soupravy, vlastní hmotnosti všech IPJ na i-té soupravě a hmotnosti manipulátorů na i-té soupravě [t];

$W_{už-ef2}^{Si}$ - efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy při zohlednění sumární užitečné hmotnosti všech IPJ na i-té soupravě [t].

Ad 2: počet palet, které je možno naložit na i-tou soupravu

$$N_{plt}^{Si} = \frac{W_{už-ef}^{Si}}{M_{plt}^{empty} + M_{cargo}^{plt}} \quad [plt] \quad (31)$$

kde:

N_{plt}^{Si} – počet palet, které je možno naložit na i-tou soupravu [plt];

$W_{už-ef}^{Si}$ – efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy [t];

M_{plt}^{empty} – hmotnost prázdné palety [t];

M_{cargo}^{plt} – hmotnost nákladu na paletě [t].

Kapacita i-té soupravy je dána vztahem (32):

$$K^{Si} = N_{IPJ}^{Si} * K_{IPJ}^{Si} \quad [plt] \quad (32)$$

kde:

K^{Si} – kapacita i-té soupravy [plt];

N_{IPJ}^{Si} – počet IPJ na i-té soupravě [ks];

K_{IPJ}^{Si} – kapacita jedné IPJ naložené na i-té soupravě [plt].

Při určení výsledného **počtu palet** na základě vztahu (31) je nutné **ověřit, že výsledek splňuje podmínku** danou vztahem (33):

$$N_{plt}^{Si} \leq K^{Si} \quad [plt] \quad (33)$$

kde:

N_{plt}^{Si} – počet palet, které je možno naložit na i-tou soupravu [plt];

K^{Si} – kapacita i-té soupravy [plt].

Může nastat jedna z následujících situací:

- 1) $N_{plt}^{Si} < K^{Si} \Rightarrow N_{plt}^{Si} = N_{plt}^{Si}$; tedy pokud je výsledný počet palet, stanovený na základě vztahu (31), *nižší než je kapacita i-té soupravy*, je podmínka daná vztahem (33) splněna a stanovený počet palet je možno **bez nutnosti úprav použít** v dalších výpočtech;
- 2) $N_{plt}^{Si} = K^{Si} \Rightarrow N_{plt}^{Si} = N_{plt}^{Si}$; tedy pokud je výsledný počet palet, stanovený na základě vztahu (31), *roven kapacitě i-té soupravy*, je podmínka daná vztahem (33) splněna a stanovený počet palet je možno **bez nutnosti úprav použít** v dalších výpočtech;
- 3) $N_{plt}^{Si} > K^{Si} \Rightarrow N_{plt}^{Si} = K^{Si}$; tedy pokud je výsledný počet palet, stanovený na základě vztahu (31), *vyšší než je kapacita i-té soupravy*, je nutno tento počet palet **snížit právě na hodnotu kapacity** i-té soupravy (K^{Si}) vypočítanou podle vztahu (32).

Ad 3: celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu

$$N_{plt}^{celk} = \frac{G_{cargo}^{celk}}{M_{cargo}^{plt}} \quad [plt] \quad (34)$$

kde:

N_{plt}^{celk} – celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt];

G_{cargo}^{celk} – daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t];

M_{cargo}^{plt} – hmotnost nákladu na jedné paletě [t].

Ad 4: celková hmotnost všech palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu

$$G_{plt}^{celk} = N_{plt}^{celk} * M_{plt}^{empty} \quad [t] \quad (35)$$

kde:

G_{plt}^{celk} – celková hmotnost všech palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [t];

N_{plt}^{celk} – celkový počet palet nutný k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt];

M_{plt}^{empty} – hmotnost prázdné palety [t].

Ad 5: počet jízd i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti

$$N_{jzd}^{Si-tun} = \frac{G_{carg o}^{celk} + G_{plt}^{celk}}{W_{už-ef}^{Si}} \quad [jzd] \quad (36)$$

kde:

N_{jzd}^{Si-tun} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti [jzd];

$G_{carg o}^{celk}$ – daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t];

G_{plt}^{celk} – celková hmotnost palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [t];

$W_{už-ef}^{Si}$ – efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy [t].

Ad 6: počet jízd i-té soupravy při zohlednění kapacity

$$N_{jzd}^{Si-plt} = \frac{N_{plt}^{celk}}{K^{Si}} \quad [jzd] \quad (37)$$

kde:

N_{jzd}^{Si-plt} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění její kapacity [jzd];

N_{plt}^{celk} – celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt];

K^{Si} – kapacita i-té soupravy [plt].

Ad 7: počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu

$$N_{jzd}^{Si} = \max \left[N_{jzd}^{Si-tun}, N_{jzd}^{Si-plt} \right] \quad [\text{jízd}] \quad (38)$$

kde:

N_{jzd}^{Si} – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití i-té soupravy [jízd];

N_{jzd}^{Si-tun} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění užitečné hmotnosti [jízd];

N_{jzd}^{Si-plt} – počet jízd i-té soupravy při zohlednění její kapacity [jízd].

ÚSPORA UJETÝCH KILOMETRŮ

Úspora ujetých kilometrů (jízdního výkonu) v režimu svozu IPJ z výrobního podniku do logistického centra se počítá podle vztahu (39).

$$U_{km}^{Si} = VZD^{Sz} - VZD^{Si} \quad [\text{km}] \quad (39)$$

kde:

U_{km}^{Si} – úspora jízdního výkonu při využití i-té soupravy [km];

VZD^{Sz} – celkem ujetá vzdálenost základní soupravou [km];

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou [km].

Celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou se počítá dle vztahu (40):

$$VZD^{Si} = N_{jzd}^{Si} * DST_{svoz} \quad [\text{km}] \quad (40)$$

kde:

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou [km];

N_{jzd}^{Si} – počet jízd nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu při použití i-té soupravy [jízd];

DST_{svoz} – svozová vzdálenost (vzdálenost výrobního podniku od logistického centra) [km].

ÚSPORA NÁKLADŮ NA PALIVO A MÝTNÉ

Pro výpočet úspory nákladů na palivo lze bez nutnosti úprav aplikovat vztahy (12) a (13) uvedené na straně 75.

Pro výpočet úspory nákladů na mýtné lze analogicky aplikovat vztahy (14) a (15) uvedené na straně 76 s tím, že je třeba změnit podmínku danou vztahem (16) na podmínku danou vztahem (41):

$$\sum_{w=1}^n Délka_{Uw} \leq DST_{svoz} \quad [\text{km}] \quad (41)$$

kde:

$\sum_{w=1}^n Délka_{Uw}$ – součet délek zpoplatněných úseků na trase [km];

DST_{svoz} – svozová vzdálenost [km].

Bude-li uvažováno konstantní zpoplatnění celé trasy mezi výrobním podnikem a logistickým centrem, lze celkové náklady na mýtné při přepravě dané hmotnosti nákladu formulovat vztahem (42):

$$NC_{mýtné}^{Si} = N_{jízda}^{Si} * DST_{svoz} * Sazba^{Si} = VZD^{Si} * Sazba^{Si} \quad [\text{Kč}] \quad (42)$$

kde:

$NC_{mýtné}^{Si}$ – celkové náklady na mýtné u i-té soupravy [Kč];

$N_{jízda}^{Si}$ – počet jízd i-té soupravy [jízdy];

DST_{svoz} – svozová vzdálenost [km];

$Sazba^{Si}$ – sazba mýtného na 1 km pro i-tou soupravu [Kč/km];

VZD^{Si} – celkem ujetá vzdálenost i-tou soupravou [km].

EFEKTIVITA VYUŽITÍ PALIVA

Autor zde předkládá matematické vztahy pro tyto ukazatele:

- počet litrů paliva připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou (vztah (43));
- počet litrů paliva připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy (vztah (44));

- počet litrů paliva připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou (vztah (45));
- počet litrů paliva připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru i-té soupravy (vztah (46)).

$$LPT^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{G_{c\ arg\ o}^{celk}} \quad [l/t] \quad (43)$$

kde:

LPT^{Si} - počet litrů paliva připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou [l/t];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr (výpočet viz vztah (18) na straně 77) [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

$G_{c\ arg\ o}^{celk}$ - daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t].

$$LPTKM^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si}}{W_{už-ef}^{Si}} \quad [l/tkm] \quad (44)$$

kde:

$LPTKM^{Si}$ - počet litrů paliva připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy [l/tkm];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

$W_{už-ef}^{Si}$ - efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy [t].

$$LPC_{plt}^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{N_{plt}^{celk}} \quad [l/plt] \quad (45)$$

kde:

LPC_{plt}^{Si} - počet litrů paliva připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou [l/plt];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

N_{plt}^{celk} - celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt].

$$LPC_{m^3}^{Si} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si} * DST_{svoz}}{V_{LP}^{Si}} = \frac{AVC_{lpkm}^{Si} * DST_{svoz}}{N_{IPJ}^{Si} * V_{LP}^{IPJ}} \quad [l/m^3] \quad (46)$$

kde:

$LPC_{m^3}^{Si}$ - počet litrů paliva připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru S_i [l/m^3];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba paliva i-té soupravy v litrech na jeden kilometr [l/km];

DST_{svoz} - svozová vzdálenost [km];

V_{LP}^{Si} - objem ložného prostoru i-té soupravy [m^3];

N_{IPJ}^{Si} - počet IPJ na i-té soupravě [ks];

V_{LP}^{IPJ} - objem ložného prostoru jedné IPJ [m^3].

EKOLOGICKÁ NÁROČNOST PROVOZU

Autor zde předkládá matematické vztahy pro tyto ukazatele:

- hmotnost CO_2 připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou (vztah (47));
- hmotnost CO_2 připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy (vztah (48));
- hmotnost CO_2 připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou (vztah (49));
- hmotnost CO_2 připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru i-té soupravy (vztah (50)).

$$EPT^{Si} = \frac{EPL * AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{G_{c\ arg\ o}^{celk}} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{G_{c\ arg\ o}^{celk}} \quad [kg/t] \quad (47)$$

kde:

EPT^{Si} - hmotnost CO_2 připadající na 1 tunu nákladu přepraveného i-tou soupravou [kg/t];

EPL - hmotnost emisí CO_2 vyprodukovaná spálením 1 litru nafty = 2,7 = konst. [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

$G_{c\ arg\ o}^{celk}$ - daná hmotnost nákladu, kterou je třeba přepravit [t].

$$EPTKM^{Si} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si}}{W_{už-ef}^{Si}} \quad [\text{kg/tkm}] \quad (48)$$

kde:

$EPTKM^{Si}$ - hmotnost CO₂ připadající na 1 tunokilometr i-té soupravy [kg/tkm];

$2,7 = konst.$ - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

$W_{už-ef}^{Si}$ - efektivní užitečná hmotnost i-té soupravy [t].

$$EPC_{plt}^{Si} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * VZD^{Si}}{N_{plt}^{celk}} \quad [\text{kg/plt}] \quad (49)$$

kde:

EPC_{plt}^{Si} - hmotnost CO₂ připadající na 1 paletu přepravenou i-tou soupravou [kg/plt];

$2,7 = konst.$ - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

VZD^{Si} - celková vzdálenost ujetá i-tou soupravou [km];

N_{plt}^{celk} - celkový počet palet nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu [plt].

$$EPC_{m^3}^{Si} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * DST_{svoz}}{V_{LP}^{Si}} = \frac{2,7 * AVC_{lpkm}^{Si} * DST_{svoz}}{N_{IPJ}^{Si} * V_{LP}^{IPJ}} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (50)$$

kde:

$EPC_{m^3}^{Si}$ - hmotnost CO₂ připadající na 1 metr krychlový ložného prostoru S_i [kg/m³];

$2,7 = konst.$ - hmotnost emisí CO₂ vyprodukovaná spálením 1 litru nafty [kg/l];

AVC_{lpkm}^{Si} - průměrná spotřeba nafty i-té soupravy [l/km];

DST_{svoz} - svozová vzdálenost [km];

V_{LP}^{Si} - objem ložného prostoru i-té soupravy [m³];

N_{IPJ}^{Si} - počet IPJ na i-té soupravě [ks];

V_{LP}^{IPJ} - objem ložného prostoru jedné IPJ [m³].

4.2.6 SWOT analýza uvažovaných silničních souprav

Základní informace ke kroku:

- pozice **11**;
- předchůdce 10;
- následovník 12.

Tento krok metodiky patří formálně do metod **teorie systémů**. Po teoretické stránce zpracoval autor problematiku SWOT analýzy na stranách 48-49. Základem SWOT analýzy je **vytvoření matice silných stránek, slabých stránek, příležitostí a ohrožení**.

SWOT analýzu je dle [104] možné rozdělit na dvě etapy:

- 1) **vnitřní analýza**: identifikace silných a slabých stránek;
- 2) **vnější analýza**: identifikace příležitostí a ohrožení.

Na Obr. 20 je uvedena matice SWOT analýzy, která se naplní reálnými informacemi, týkajícími se konkrétního typu silniční soupravy.

Položkami jednotlivých polí matice SWOT budou především přepravně technické charakteristiky souprav, parametry přepravovaného nákladu, stav (současný, výhledový) relevantních právních předpisů a stav (současný, výhledový) dopravní infrastruktury.

	POMOCNÉ pro dosažení cíle	ŠKODLIVÉ pro dosažení cíle
Vnitřní původ (atributy organizace)	SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
Vnější původ (atributy prostředí)	PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY

Zdroj: Autor, na základě [118]

Obr. 20 Matice SWOT analýzy

SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY

Do těchto dvou částí SWOT analýzy se uvedou výhody, resp. nevýhody daného typu soupravy – např.:

- kompatibilita s aktuálně platnými právními předpisy,
- manévrovací schopnosti,
- hodnota nápravových tlaků,
- objem ložného prostoru,
- kapacita ložného prostoru,
- nutnost rozpojování soupravy při ložných operacích,
- počet IPJ, které je souprava schopna odvézt,
- variabilita v oblasti přepravy IPJ (např. přeprava jak kontejnerů ISO, tak výměnných nástaveb),
- hodnoty technologických ukazatelů.

PŘÍLEŽITOSTI A OHROŽENÍ

Do těchto oblastí lze zahrnout především následující faktory:

- možnosti zlepšení využití ložného prostoru,
- výhledovou úpravu právních předpisů,
- trend v oblasti silničních nákladních vozidel (motorových i přípojných) používaných v logistických přepravních řetězcích,
- trend v oblasti přepravovaného nákladu (výhledový nárůst přeprav v Evropě),
- předpokládaná povaha přepravovaného nákladu (hmotný náklad, nebo naopak lehký objemný náklad),
- výhled v oblasti výstavby dálnic, rychlostních silnic, odpočívek, parkovišť a (multimodálních) logistických center,
- výhled v oblasti zpoplatňování pozemních komunikací.

Pomocí SWOT analýzy dostaneme souhrnný přehled informací o řešených soupravách. SWOT analýzu je důležité provést zejména v případech, kdy si řešitel problému potřebuje utřídit charakteristiky jednotlivých typů souprav a použít je jako podklad pro 7. krok navržené metodiky: „*Identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA*“ – viz kapitola 4.2.7.

4.2.7 Identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA

Základní informace ke kroku:

- pozice **12 a 13**;
- předchůdce 11;
- následovník 14, nebo není (konec metodiky).

Tento krok navržené metodiky spočívá ve vyřešení dvou problémů:

- 1) **určení optimální soupravy** pomocí zvolené metody MCA pro:
 - a) *převahu paletizovaného zboží* mezi logistickými centry (valníková souprava),
 - b) *převahu IPJ* v rámci atrakčního obvodu logistického centra (nosič IPJ);
- 2) **kategorizace optimální soupravy** → určení, zda je optimální souprava (z bodu **1a** a **1b**) standardní, či nikoli.

URČENÍ OPTIMÁLNÍ SOUPRAVY

Autor se metodám multikriteriální analýzy věnoval již v kapitole **3.1.3**. Bylo zde uvedeno, že bude použita **metoda TOPSIS** (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

Pojem „*optimální*“ (resp. ve slovních spojeních jako: *optimální varianta*, *optimální souprava*), který autor používá, je třeba brát jako **hypotetickou variantu**, která je **za daných podmínek nejbliže optimu**. Jde tedy o variantu, pro níž hodnoty zvolených kritérií dosahují nejlepších hodnot. Podle literatury [107]: „*jde o variantu, která je nejbliže ideální variantě a nejdále variantě bazální*“. **Zpravidla jde o suboptimum**.

Autorem této práce je **postup aplikace metody TOPSIS** na problém výběru *optimální silniční nákladní soupravy pro konkrétní účel* shrnut do následujících bodů:

- 1) vypracování seznamu alternativ (variant) – seznam uvažovaných souprav určených k danému účelu;
- 2) vypracování seznamu (hodnotících) kritérií souprav stanovených v bodě 1;
- 3) stanovení vah kritérií (váha kritéria = relativní důležitost kritéria);
- 4) sestavení „*kritériální matice*“ (Y_{ij});
- 5) převedení všech kritérií na maximalizační;
- 6) sestavení „*normalizované kritériální matice*“ (R_{ij});

- 7) sestavení „vážené kritériální matice“ (W_{ij});
- 8) určení maximální a minimální hodnoty pro každé kritérium
- 9) sestavení „matice vzdáleností od ideální a od bazální varianty“;
- 10) vypočtení ukazatele relativní vzdálenosti variant od bazální varianty c_i ;
- 11) určení sestupného pořadí variant podle hodnoty ukazatele c_i .

Zdrojem informací pro definici kroků 4 až 11 a rovněž pro vztahy (51) až (59) byla literatura [119]. Nyní podrobně k jednotlivým jedenácti krokům MCA při výběru silniční nákladní soupravy.

Ad 1 vypracování seznamu alternativ (variant)

V tomto kroku je třeba určit, které soupravy budou předmětem porovnávání v daném segmentu přeprav – tj. **v segmentu přímé SND** mezi logistickými centry a **v segmentu svozu/rozvozu IPJ** v rámci atrakčního obvodu logistického centra.

V autorem navržené metodice je tento krok metody TOPSIS zpracován již v kroku 4 (ze seznamu kroků na str. 59)

Ad 2 vypracování seznamu (hodnotících) kritérií

Kritérii pro volbu optimální soupravy mohou být například:

- 1) přepravně-technické charakteristiky,
- 2) přepravně-provozní charakteristiky,
- 3) jízdní vlastnosti a manévrovací schopnosti,
- 4) nutnost rozpojování při ložných operacích,
- 5) časová náročnost ložných operací,
- 6) hodnoty vybraných technologických ukazatelů.

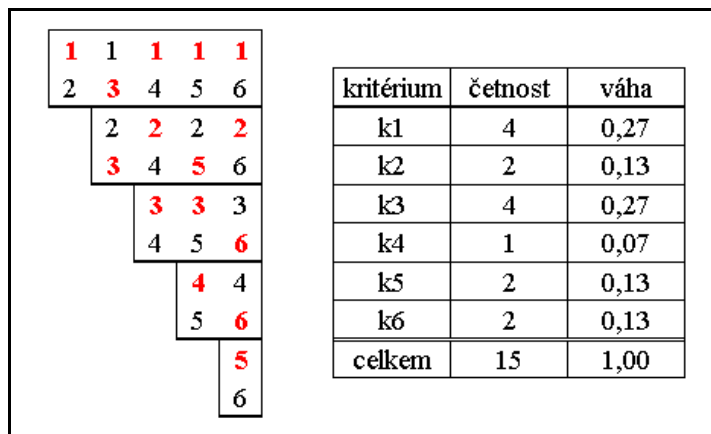
Seznam kritérií je třeba stanovit zvlášť pro soupravy v provedení:

- 1) valník s plachtou;
- 2) nosič IPJ.

Ad 3 stanovení vah kritérií

Metody stanovení vah kritérií řešil autor v kapitole **3.1.3**, na straně 50. Autor doporučuje aplikovat **metodu „Fullerova trojúhelníku“** (též tzv. *metodu párového srovnávání*), protože tato metoda spočívá v porovnání kritérií systémem „každé s každým“

a následně v určení četnosti preferencí konkrétního kritéria. **Příklad stanovení vah pomocí metody Fullerova trojúhelníku** je na Obr. 21.



Zdroj: Autor

Obr. 21 Princip stanovení vah kritérií pomocí Fullerova trojúhelníku

Červeně zvýrazněná kritéria (k1-k6) ve Fullerově trojúhelníku na Obr. 21 symbolizují preferenci daného kritéria při porovnání s kritériem jiným. Například při porovnávání kritéria číslo **1 a 2** preferujeme *kritérium 1*. Při porovnávání kritéria číslo **3 a 6** preferujeme *kritérium 6*, atd. Tabulka vpravo od Fullerova trojúhelníku na Obr. 21 shrnuje **četnosti výběru** jednotlivých kritérií a z toho plynoucí **váhy kritérií**. Váhu daného kritéria získáme podílem četnosti výběru tohoto kritéria a celkové hodnoty součtu všech četností – viz vztah (51). Součet vah všech kritérií se musí rovnat jedné.

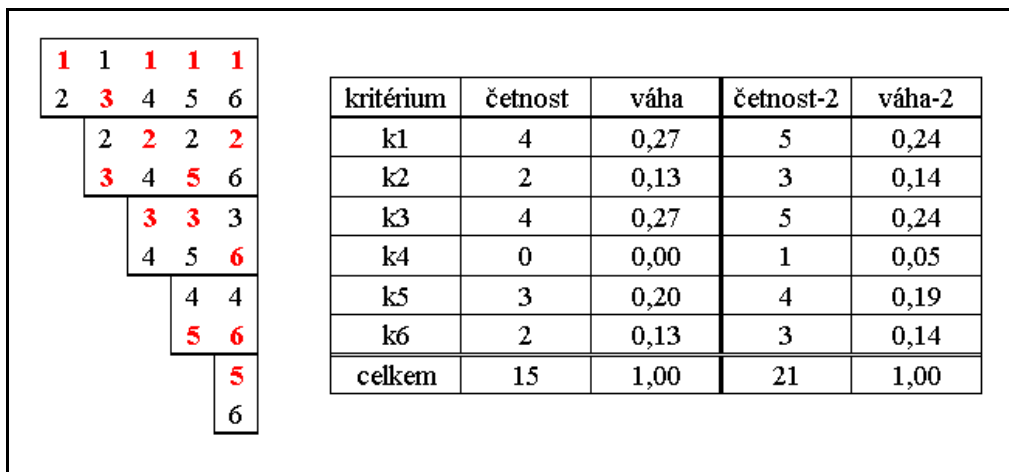
$$\omega_i = \frac{q^{K_i}}{\sum_{i=1}^m q^{K_i}} = \omega_j; i = j = 1, 2, \dots, m \quad (51)$$

kde:

$\omega_i = \omega_j$ - váha j-tého kritéria;

q^{K_i} - četnost výběru i-tého kritéria.

V případě, že by některé kritérium nebylo vybráno ani jednou, jeho četnost a tudíž i váha by byla nulová, přistoupilo by se k navýšení všech četností o jednu – viz Obr. 22 na str. 97.



Zdroj: Autor

Obr. 22 Princip navýšení počtu všech četností o jednu

Kritérium číslo 4 nebylo při porovnávání s ostatními vybráno ani jednou – tedy mělo nulovou četnost (výběru) a tím i nulovou váhu. Proto se hodnoty všech četností zvýšily o jednu a získaly se nové hodnoty vah – viz sloupce „četnost-2“ a „váha-2“ na Obr. 22.

Ad 4 sestavení kritériální matice

Kritériální matice je základní (vstupní) maticí pro aplikaci MCA (zde metody TOPSIS). Jsou v ní kvantifikována kritéria pro jednotlivé alternativy – v našem případě silniční nákladní soupravy. S kritériální maticí se v dalších krocích MCA pracuje a provádějí se její modifikace. Kritériální matice Y_{ij} má obecně tvar uvedený na Obr. 23.

	kritérium K1	kritérium K2	...	kritérium K _n
alternativa A1	y_{11}	y_{12}		
alternativa A2	y_{21}	...		
...			...	
alternativa A _m				y_{mn}

Zdroj: Autor

Obr. 23 Obecný tvar kritériální matice

Soupravy jsou značeny A_i ; $i = 1, 2, \dots, m$.

Kritéria jsou značena K_j ; $j = 1, 2, \dots, n$.

Hodnoty y_{ij} reprezentují **reálné hodnoty kritérií** – např. objem ložného prostoru v $[m^3]$, užitečnou hmotnost v $[t]$ či kapacitu ložného prostoru v $[plt]$, pro všechny soupravy **A_i**.

V případech, kdy dané kritérium není přímo kvantifikovatelné (např. *manévrovací schopnosti soupravy*), je kvantifikace provedena nepřímou. Jednou z možností je aplikace **bodovací metody**, pomocí níž se soupravě s nejlepšími manévrovacími schopnostmi přidělí bodů nejvíce, soupravě nejhůře ovladatelné naopak přidělí bodů nejméně. Nejjednodušší postup je tento:

- souprava, která splňuje dané kritérium nejlépe → hodnota kritéria: $y_{ij} = m = \text{počet souprav}$;
- souprava, která je v daném kritériu nejhorší → hodnota kritéria: $y_{ij} = 1$.

V případech, kdy se jedná o kritérium, na něž jsme schopni odpovědět jednoznačně „ano“, či „ne“ (např. *nutnost rozpojování soupravy při ložných operacích*), ohodnotí se jednotlivé alternativy (soupravy) takto:

- při kladné odpovědi (**ano**) → hodnota kritéria: $y_{ij} = 1$;
- při záporné odpovědi (**ne**) → hodnota kritéria: $y_{ij} = 0$.

Následně je třeba zohlednit, zda je takto ohodnocené kritérium j definováno jako maximalizační, nebo minimalizační. Pokud by bylo definováno jako *minimalizační* (neboli: čím nižší hodnota kritéria j , tím lépe), je třeba převést ho na *maximalizační* tak, jak je uvedeno v následujícím kroku č. 5 tohoto postupu.

Ad 5 převedení všech kritérií na maximalizační

Pokud by kritérium bylo primárně definováno jako *minimalizační* (př. spotřeba PHM, cena, provozní hmotnost, nutnost a/nebo počet rozpojování soupravy při ložných operacích), musí se hodnoty tohoto kritéria převést na *maximalizační*, neboť je metoda TOPSIS takto definována.

Se všemi hodnotami příslušného kritéria (sloupce j matice \mathbf{Y}_{ij}) tedy provedeme operaci definovanou vztahem (52) – viz str. 99.

$$y_{ij}^{MAX} = \max_i \{ y_{ij} \} \quad (52)$$

kde:

y_{ij}^{MAX} - hodnoty kritéria j převedené z minimalizačních na maximalizační;

$\max_i \{ y_{ij} \}$ - maximální (nejvyšší) hodnota daného kritéria j ;

y_{ij} - skutečné (minimalizační) hodnoty kritéria j .

Ad 6 sestavení normalizované kritériální matice

Tento krok metody TOPSIS spočívá v přepočítání hodnot kritériální matice Y_{ij} podle vztahu (53) do normalizované kritériální matice R_{ij} .

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}} \quad (53)$$

kde:

r_{ij} - normalizované hodnoty kritérií z matice R_{ij} ;

y_{ij} - hodnoty kritérií z matice Y_{ij} .

Ad 7 sestavení vážené kritériální matice

Vážená kritériální matice W_{ij} se získá vynásobením všech prvků normalizované kritériální matice R_{ij} vahami příslušných kritérií ω_j podle vztahu (54).

$$w_{ij} = r_{ij} * \omega_j; i = 1, 2, \dots, m \quad (54)$$

kde:

w_{ij} - hodnoty vážených kritérií matice W_{ij} ;

r_{ij} - normalizované hodnoty kritérií z matice R_{ij} ;

ω_j - váha j -tého kritéria.

Ad 8 určení maximální a minimální hodnoty pro každé kritérium

Z každého sloupce matice W_{ij} se vybere nejvyšší (h_j) a nejnižší (d_j) hodnota w_{ij} – viz vztahy (55) a (56) na str. 100.

$$h_j = \max_i w_{ij}; j = 1, 2, \dots, n \quad (55)$$

kde:

h_j - nejvyšší hodnota w_{ij} v j-tém sloupci matice W_{ij} ;

w_{ij} - hodnoty vážených kritérií matice W_{ij} .

$$d_j = \min_i w_{ij}; j = 1, 2, \dots, n \quad (56)$$

kde:

d_j - nejnižší hodnota w_{ij} v j-tém sloupci matice W_{ij} ;

w_{ij} - hodnoty vážených kritérií matice W_{ij} .

Ad 9 sestavení matice vzdáleností od ideální a od bazální varianty

V tomto kroku se aplikují vztahy (57) a (58).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - h_j)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (57)$$

kde:

d_i^+ - vzdálenost i-té varianty (soupravy) od ideální varianty;

w_{ij} - hodnoty vážených kritérií matice W_{ij} ;

h_j - nejvyšší hodnota w_{ij} v j-tém sloupci matice W_{ij} .

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - d_j)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (58)$$

kde:

d_i^- - vzdálenost i-té varianty (soupravy) od bazální varianty;

w_{ij} - hodnoty vážených kritérií matice W_{ij} ;

d_j - nejnižší hodnota w_{ij} v j-tém sloupci matice W_{ij} .

Ad 10 vypočtení ukazatele relativní vzdálenosti od bazální varianty c_i

Ukazatel relativní vzdálenosti c_i se vypočítá podle vztahu (59).

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}; i = 1, 2, \dots, m; c_i \in \langle 0; 1 \rangle \quad (59)$$

kde:

c_i - ukazatel relativní vzdálenosti i-té varianty od bazální varianty;

d_i^- - vzdálenost i-té varianty (soupravy) od bazální varianty;

d_i^+ - vzdálenost i-té varianty (soupravy) od ideální varianty.

Ad 11 určení sestupného pořadí variant dle hodnoty ukazatele c_i

Na základě znalosti hodnot ukazatele relativní vzdálenosti c_i , lze určit *sestupné pořadí variant* podle vhodnosti pro daný účel. Tedy: **optimální souprava pro daný účel má nejvyšší hodnotu c_i** , souprava nejméně vhodná má hodnotu c_i nejnižší.

KATEGORIZACE OPTIMÁLNÍ SOUPRAVY

Tento krok spočívá v kategorizaci:

- 1) optimální soupravy v provedení valník s plachtou;
- 2) optimální soupravy v provedení nosič IPJ.

Na základě znalosti optimální soupravy pro konkrétní účel (vybrané pomocí MCA – metody TOPSIS), je třeba určit, zda jde o soupravu standardní, která vyhovuje právním předpisům upravujícím rozměry a hmotnosti silničních vozidel a souprav ([2] a [4] – viz kapitola 1.2).

Mohou nastat dvě možnosti:

- 1) **byla vybrána standardní souprava** => další kroky metodiky se neaplikují (viz rozhodovací blok č. 13 vývojového diagramu navržené metodiky na Obr. 18, str. 56);
- 2) **byla vybrána souprava s nestandardní délkou** => metodika pokračuje blokem č. 14 vývojového diagramu navržené metodiky na Obr. 18, str. 56.

Dílčí závěr ke kroku č. 7 navržené metodiky ze seznamu kroků na straně 59-60

Byla-li pro konkrétní účel *jako optimální vybrána standardní souprava*, metodika končí závěrem, že využívání souprav s nestandardní délkou není pro logistiku (v daném segmentu) a za stanovených vstupních podmínek (viz autorovy scénáře na str. 64 až 66) přínosné.

Byla-li pro konkrétní účel vybrána *jako optimální souprava s nestandardní délkou*, autorem navržená metodika pokračuje krokem č. 8, resp. kapitolou **4.2.8**.

4.2.8 *Postupové kroky implementace soupravy s nestandardní délkou do logistických přepravních systémů*

Tato kapitola je tvořena kroky 8 až 14 navržené metodiky. Důvodem pro spojení těchto kroků do jedné podkapitoly je zejména jejich malý rozsah. Jmenovitě se jedná o tyto kroky:

- definování vhodné dopravní sítě;
- udělení výjimek pro zkušební provoz;
- zkušební provoz a sběr dat ze zkušebního provozu;
- vyhodnocení dat ze zkušebního provozu a identifikace problémů;
- přijetí opatření k povolení všeobecného provozu;
- všeobecný provoz a sběr dat ze všeobecného provozu;
- sledování změn vstupních dat a přijmutí nutných opatření.

Následující kroky navržené metodiky jsou specifikovány pro podmínky v ČR, tomu odpovídá i používaná terminologie. Například dělení (kategorie) PK v kroku „*Definování vhodné dopravní sítě*“.

DEFINOVÁNÍ VHODNÉ DOPRAVNÍ SÍTĚ

Základní informace ke kroku:

- pozice **14**;
- předchůdce 13;
- následovník 15.

V tomto kroku předkládá autor variantně teoretické postupy pro různé typy souprav s nestandardní délkou. Je to dáno tím, že **optimální typ soupravy, určený pomocí metody**

TOPSIS (v kapitole 4.2.7 této práce), se bude lišit podle zvolených kritérií a především podle stanovení vah těchto kritérií.

V tomto kroku bude použita **metoda výběru podgrafu**, pokud bude určena pro konkrétní použití (přeprava paletizovaného zboží, resp. přeprava IPJ) jako optimální **souprava EMS** nebo **souprava ETT**. V případě, že bude jako optimální určena **souprava tahače s návěsem Eurotrailer**, tento krok metodiky se nerealizuje a přechází se na krok 9 navržené metodiky: „*Udělení vyjímek pro zkušební provoz*“ – viz strana 107-108 této práce.

POSTUP PRO SOUPRAVY TAHAČE S NÁVĚSEM EUROTRAILER

Vzhledem k tomu, že jde v zásadě o standardní návěsovou soupravu prodlouženou o 1,3 metru, nebude aplikace teorie grafů nutná. Celková délka této návěsové soupravy je 17,8 metru. To je téměř o 1 metr méně, než je limit povolený literaturou [2], resp. [4] pro přívěsové soupravy (18,75 metru) a souprava rovněž vyhovuje požadavkům na otáčení definovaným v literatuře [2]. Ve vazbě na analýzu provedenou v kapitole **1.3** této práce, mohou soupravy tahače s návěsem Eurotrailer používat (jak v zahraničí, tak v ČR) všechny PK určené pro provoz silničních motorových vozidel. **Návrh omezení provozu těchto souprav pouze na konkrétní trasy by byl neopodstatněný.**

POSTUP PRO SOUPRAVY EMS

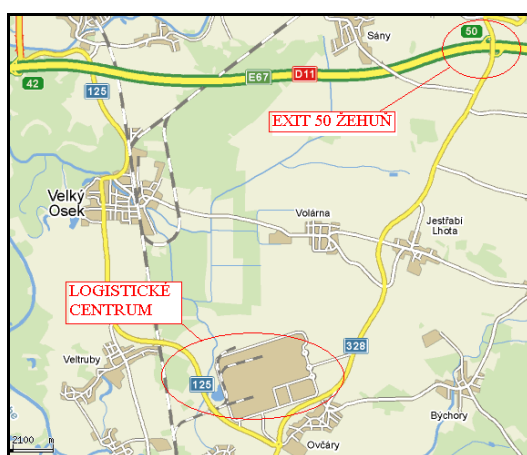
Autor se na základě cca šestiletého studia problematiky provozu souprav EMS v Evropě ztotožňuje s trendem, který je možno pozorovat v zahraničí – především v SRN. **Zde jsou soupravy EMS provozovány v celkem jedenácti spolkových zemích – a to zejména na dálnicích.** Tato realita je logická vzhledem k účelu souprav EMS, kterým je rychlá kapacitní přeprava nákladu mezi logistickými centry, resp. mezi zákazníky (či dodavateli) a logistickými centry (či výrobními podniky – např. automobilkami).

V obecné rovině **půjde o konstrukci podgrafu tvořeného primárně dálnicemi a rychlostními silnicemi.** Součástí tohoto podgrafu však mohou být i **vhodné silnice první třídy** (jiné než rychlostní) **a silnice druhé třídy.**

Silnice druhé třídy však autor navrhuje využívat pouze v opodstatněných případech – například pokud by logistické centrum, nebo zákazník byli situováni u PK této třídy a její využití by bylo nutné pro napojení na PK vyšší kategorie. Využívání *silnic druhé třídy* je podle autora rovněž přípustné v případech, kdy jde původně o *silnici první třídy*, jejíž

kategorie byla změněna v důsledku otevření paralelní dálnice. Jde příklad o silnici II/608 (původně I/8), či II/611 (původně I/11).

Praktickým příkladem využití silnice druhé třídy pro napojení na dálnici je dle [120] lokace automobilky *TPCA v Ovčárech* u silnice II/328 křižující na exitu 50 *Žehuň* dálnici D 11. Tento úsek silnice II/328 využívají soupravy EMS (na základě povolení ke zvláštnímu užívání pozemních komunikací od MDČR) společnosti *NYK-Logistics* při přepravách z/do Plzně. Zmiňovaný úsek silnice II/328 je znázorněn na Obr. 24.



Zdroj: [121]; úpravy autor

Obr. 24 Úsek silnice II/328 využívaný soupravami EMS

Autor zastává názor, že všeobecnou podmínkou zařazení silnic první a druhé třídy (případně jejich dílčích úseků) do podgrafu H je, že se na nich nevyskytují problematické:

- průjezdy obcemi a městy;
- okružní křižovatky;
- mosty;
- směrové oblouky.

Autor na základě svého odborného odhadu **nepředpokládá využívání silnic třetí třídy pro soupravy EMS – a to ani v mimořádných případech** – například při uzavírkách a objíždkách na trase přepravy. V těchto případech autor předpokládá, že o uzavírce/objíždce bude dopravce vědět v předstihu a proto:

- do/přes problematickou oblast bude zboží přepravovat standardními soupravami, nebo
- zvolí alternativní trasu pro soupravu EMS (bude-li taková trasa k dispozici).

Pokud by k uzavírce/objízďce došlo až v průběhu přepravy, autor doporučuje, aby měl dopravce povinnost zajistit na vhodném místě **rozpojení soupravy EMS na dvě standardní soupravy** a pomocí nich přepravit zboží po objízdné trase. Tuto povinnost by měl dopravce například na základě novelizací provedené úpravy *zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě* ve znění pozdějších předpisů, nebo novelizací provedené úpravy *zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích* ve znění pozdějších předpisů, anebo na základě nové autorem navržené *vyhlášky o soupravách s nestandardní délkou* – viz str. 112 této práce.

Základem tohoto kroku metodiky je tedy konstrukce grafu reprezentujícího sít' PK řešené oblasti. Tento graf bude dále označován jako „základní“, resp. jako „graf **G**“. Následně se vybere „**podgraf H**“, reprezentující **sít' PK vhodných pro provoz souprav EMS**.

Na základě sestaveného podgrafu **H** je následně možno definovat oblasti, resp. místa (logistická centra, terminály KP, sídla výrobních podniků, dodavatelů, apod.), která mohou být obsluhována soupravami EMS. **Autor si je vědom i druhé varianty pojetí problému:** zahrnutí logistických center a dalších relevantních uzlů přímo do základního grafu **G**. Ačkoli obě možnosti povedou (za shodných vstupních podmínek) k témuž výsledku, zastává autor názor, že první varianta je lepší z hlediska vyšší přehlednosti základního grafu **G**.

Vrcholy reprezentují v grafu G:

- exity na dálnicích a rychlostních silnicích;
- křižovatky,
- (logistická centra, terminály KP, apod.).

Hrany reprezentují v grafu G příslušné úseky:

- dálnic;
- rychlostních silnic;
- silnic první třídy (jiných než rychlostních);
- silnic druhé třídy.

Nezahrnutí *silnic třetí třídy* do základního grafu **G** není obligátní podmínkou.

Postupové kroky **výběru podgrafu sítě PK pro provoz souprav EMS** definuje autor takto:

- 1) vytvoření neorientovaného **grafu G** reprezentujícího všechny dálnice, silnice první třídy (zahrnují též rychlostní silnice) a silnice druhé třídy řešeného území;
- 2) **graf G** z bodu 1 se *hranově ohodnotí* takto:
 - a) hrany reprezentující dálnice a rychlostní silnice – „3“,
 - b) hrany reprezentující silnice první třídy (jiné než rychlostní) – „2“,
 - c) hrany reprezentující silnice druhé třídy – „1“;
- 3) všechny hrany s ohodnocením „3“ zahrneme i s incidujícími vrcholy do **podgrafu H** : $H \subset G$;
- 4) hrany s ohodnocením „2“ a „1“ je třeba **posuzovat individuálně – nejlépe reálným šetřením odborníka Silničního správního úřadu na příslušném úseku PK**; v případě, že se dospěje k závěru, že je příslušná PK (či její úsek, reprezentovaný konkrétní hranou grafu G) vhodná pro provoz souprav EMS, zařadí se hrana do **podgrafu H** i s incidujícími vrcholy;
- 5) analýzou všech hran v původním grafu algoritmus sestavení **podgrafu H** sítě pozemních komunikací končí.

Pro konstrukci podgrafu H doporučuje autor využít GISové mapové podklady. Následně trasy vhodné pro provoz souprav EMS zadat do existující databáze *Centrální evidence pozemních komunikací*.

Při konstrukci podgrafu H může dojít k situaci, že **výsledný podgraf bude mít více komponent** (částí). To není problém, nicméně praktické využití např. *izolovaných hran*, pro provoz souprav EMS, je sporné.

POSTUP PRO SOUPRAVY ETT

V této oblasti lze předeslat, že **většina tezí, které autor definoval v předchozí pasáži týkající se souprav EMS, platí analogicky pro soupravy ETT**. Jde především o pravidla pro užívání silnic první (jiných než rychlostních), druhé a třetí třídy těmito soupravami.

Vzhledem k délce souprav ETT a k jejich celkové hmotnosti autor navrhuje omezit **provoz těchto souprav primárně na dálnice a rychlostní silnice**. Sekundárně na **krátké**

úseky (do cca 30 km), silnic první třídy (jiných než rychlostních) a silnic druhé třídy nutné pro obsluhu (multimodálních) logistických center, výrobních podniků apod.

Postupové kroky **výběru podgrafu sítě PK pro provoz souprav ETT** navrhuje autor takto:

- 1) vytvoření neorientovaného **grafu G** reprezentujícího všechny dálnice, silnice první třídy a silnice druhé třídy řešeného území;
- 2) **graf G** z bodu 1 se *hranově ohodnotí* takto:
 - a) hrany reprezentující dálnice a rychlostní silnice – „3“,
 - b) hrany reprezentující silnice první třídy (jiné než rychlostní) – „2“,
 - c) hrany reprezentující silnice druhé třídy – „1“;
- 3) všechny hrany s ohodnocením „3“ zahrneme i s incidujícími vrcholy do **podgrafu H**: $H \subset G$;
- 4) hrany s ohodnocením „2“ a „1“ se posuzují pouze v případě, že:
 - a) incidují s vrcholem, s nímž inciduje též hrana s ohodnocením „3“;
 - b) existuje cesta, již zahrnutá do podgrafu *H*, mezi analyzovanou hranou a hranou s ohodnocením „3“, která není delší než 30 km;
- 5) hrany s ohodnocením „2“ a „1“ je třeba **posuzovat individuálně – nejlépe reálným šetřením odborníka Silničního správního úřadu na příslušném úseku PK**; v případě, že se dospěje k závěru, že je příslušný úsek PK vhodný pro provoz souprav ETT, hrana se zařadí do **podgrafu H** (i s incidujícími vrcholy);
- 6) analýzou všech hran splňujících podmínku v bodě 4a a 4b algoritmus sestavení **podgrafu H** končí.

Pro konstrukci podgrafu H doporučuje autor využít GISové mapové podklady. Následně trasy vhodné pro provoz souprav ETT zadat do existující databáze *Centrální evidence pozemních komunikací*.

UDĚLENÍ VYJÍMEK PRO ZKUŠEBNÍ PROVOZ

Základní informace ke kroku:

- pozice 15;
- předchůdce 14;
- následovník 16.

Právní předpisy ČR (platné k 1. 2. 2011) neumožňují provoz souprav s nestandardní délkou v režimu všeobecného užívání pozemních komunikací, proto je k jejich provozu po veřejně přístupných pozemních komunikacích určených pro provoz motorových vozidel nutné *povolení* od Silničního správního úřadu. Vzhledem k předpokládanému akčnímu rádiusu souprav s nestandardní délkou lze s ohledem na § 25 zákona [55] předpokládat, že *povolení* bude dopravci vydávat:

- **příslušný krajský úřad**, bude-li přeprava probíhat po území pouze jednoho kraje;
- **MDČR**, bude-li přeprava probíhat po území více krajů.

ZKUŠEBNÍ PROVOZ A SBĚR DAT ZE ZKUŠEBNÍHO PROVOZU

Základní informace ke kroku:

- pozice **16 a 17**;
- předchůdce 15;
- následovník 18.

Autor se v této oblasti ztotožňuje s praxí v zahraničí (SRN, Nizozemsko, Dánsko). Doporučuje, aby MDČR schválilo *tří až pětiletý zkušební provoz* souprav s nestandardní délkou. Během této periody by probíhal **monitoring provozu souprav s nestandardní délkou – konkrétně v těchto oblastech:**

- účast na dopravních nehodách celkem,
- zavinění dopravních nehod,
- vliv na plynulost silničního provozu (např. problémy s předjížděním těchto souprav),
- problémy s parkováním (zejména na dálničních odpočívkách),
- účinky na povrch pozemních komunikací.

Zároveň autor doporučuje, aby byly během zkušebního provozu největší povolené hmotnosti a délky souprav s nestandardní délkou upraveny takto:

- 1) **48 tun a 17,80 metru** pro soupravy tahače s návěsem Eurotrailer;
- 2) **48 tun a 26,00 metrů** pro všechny varianty souprav EMS;
- 3) **74 tun a 32,10 metrů** pro soupravy ETT (pro přímou SND);
- 4) **76 tun a 34,40 metru** pro soupravy ETT (pro KP).

Hodnoty doporučené v bodě 1 a 2 (tj. 48 tun), jsou již podle aktuálního znění vyhlášky [4] povoleny pro jízdní soupravy, jedoucí v režimu vnitrostátní dopravy v rámci ČR. Hodnoty v bodech 3 a 4 (74 tun, resp. 76 tun) tomuto právnímu předpisu nevyhovují. **Autor pro jejich stanovení definoval vztah (60)**. Do tohoto vztahu dosadil hodnoty z literatury [110] a [122], využil svého odborného odhadu a rovněž použil jako východisko scénáře definované na stranách 64 až 66 této práce.

$$G_{ETT} = M_{tara}^{ETT} + M_{už}^{NA} + M_{už}^{ITL} + M_{už}^{NÁV} \quad [t] \quad (60)$$

kde:

G_{ETT} - největší povolená hmotnost soupravy ETT [t];

M_{tara}^{ETT} - provozní hmotnost soupravy ETT [t];

$M_{už}^{NA}$ - užitečná hmotnost nákladního automobilu [t];

$M_{už}^{ITL}$ - užitečná hmotnost dolly + interlinku [t];

$M_{už}^{NÁV}$ - užitečná hmotnost sedlového návěsu [t].

Výpočet největší povolené hmotnosti zohledňuje za *prvé provozní hmotnost soupravy ETT* v provedení valník s plachtou, která je na základě prostudování literatury [110] a [122] cca **28 tun**, uvažujeme-li tuto konfiguraci:

- *nákladní automobil*: 3 nápravy; provozní hmotnost = **12 tun**;
- *dolly + interlink návěs*: 2 + 3 nápravy; provozní hmotnost = **3 + 6 = 9 tun**;
- *sedlový návěs*: 3 nápravy; provozní hmotnost = **7 tun**.

Za druhé výpočet zohledňuje uvažované *užitečné hmotnosti jednotlivých vozidel v soupravě ETT*, které autor pro potřeby testovacího provozu oproti reálně dosažitelným hodnotám záměrně podhodnotil:

- třínápravový nákladní automobil: **12 tun** (lze dosáhnout až 14 tun);
- dolly + interlink: **12 tun** (lze dosáhnout cca 16 tun);
- sedlový návěs: **22 tun** (lze dosáhnout 25-26 tun);
- **CELKEM: 46 tun**.

U *dolly + interlink* uvažuje autor disertační práce pro zjednodušení největší povolenou hmotnost **32 tun**, jak je ve vyhlášce [4] (§ 15) definována pro přívěsy se čtyřmi a více nápravami.

Pokud by autor uvažoval podvozek *dolly* a návěs *interlink* jako dvě samostatná přípojná vozidla (což ve skutečnosti jsou) největší povolená hmotnost by v závislosti na dílčích rozvorech náprav mohla být až **42 tun** (18 tun na dvounápravu podvozku *dolly* + 24 tun na trojnápravu *interlinku*). Stejná zatížení náprav sestavy *dolly + interlink* mají dle [36] soupravy ETT používané ve Švédsku pro přepravy dřeva.

Dosazením vstupních hodnot do vztahu (60) vyjde *největší povolená hmotnost soupravy ETT v provedení valník s plachtou*: $G_{ETT} = 28+12+12+22 = \mathbf{74\ tun}$.

Pro potřeby využívání **soupravy typu ETT v režimu KP** – tj. v provedení nosič IPJ – odhaduje autor *provozní hmotnost soupravy* na **24 tun**, uvažujeme-li tuto konfiguraci:

- *nákladní automobil*: 3 nápravy; provozní hmotnost = **10 tun**;
- *dolly + interlink návěs*: 2 + 3 nápravy; provozní hmotnost = **3 + 5 = 8 tun**;
- *sedlový návěs Eurotrailer*: 3 nápravy; provozní hmotnost = **6 tun**.

Pozn.: Sedlový návěs *Eurotrailer* musí být do soupravy zařazen z důvodu přepravy **výměnných nástaveb C 745** (viz bod 2 autorova scénáře na str. 65). Alternativou by bylo využití návěsu s teleskopickým rámem – např. *Kögel Longplex*. Celková délka soupravy v této konfiguraci je cca **34,4 metru**.

V případě přepravy **kontejnerů ISO řady 1** soupravou ETT by podle [83] stačilo využít **12,5 metru** (pro max. 40 stopý kontejner ISO), nebo **13,3 metru** dlouhý sedlový kontejnerový návěs (pro max. 45 stopý kontejner ISO). Celková délka soupravy ETT by pak byla cca **29 metrů**, resp. **29,8 metru**.

Uvažované užitečné hmotnosti jednotlivých vozidel v soupravě ETT v provedení nosič kontejnerů a výměnných nástaveb jsou tyto:

- třínápravový nákladní automobil: **13 tun**;
- dolly + interlink: **13 tun**;
- sedlový návěs Eurotrailer: **26 tun**;
- CELKEM: 52 tun.

Dosažením vstupních hodnot do vztahu (60) vyjde *největší povolená hmotnost soupravy ETT*: $G_{ETT} = 24 + 13 + 13 + 26 = 76 \text{ tun}$.

Brutto hmotnost jedné výměnné nástavby C 745 naložené na soupravě ETT, uvažujeme-li čtyři shodné nástavby, může být až **13 tun** ($52/4=13$).

Jelikož se povolení provozu souprav s nestandardní délkou v režimu mezinárodní dopravy (v rámci EU) váže především na přijetí úpravy Směrnice [2], autor předpokládá **zkušební provoz souprav s nestandardní délkou pouze v režimu vnitrostátní dopravy v rámci ČR.**

VYHODNOCENÍ DAT ZE ZKUŠEBNÍHO PROVOZU A IDENTIFIKACE PROBLÉMŮ

Základní informace ke kroku:

- pozice **18 a 19**;
- předchůdce 16 a 17;
- následovník 14, nebo 20.

Vyhodnocení dat získaných během testovacího provozu provede MDČR. Dále **MDČR provede identifikaci problémů plynoucích z provozu souprav s nestandardní délkou** a přijme příslušná opatření vedoucí k minimalizaci těchto problémů.

PŘIJETÍ OPATŘENÍ K POVOLENÍ VŠEOBECNÉHO PROVOZU

Základní informace ke kroku:

- pozice **20**;
- předchůdce 19;
- následovník 21.

Autor navrhuje, aby v případě, že bude výsledek testovacího provozu konkrétního typu soupravy s nestandardní délkou pozitivní, připravilo MDČR „*Vyhlášku o soupravách s nestandardní délkou*“.

Tato vyhláška by obsahovala především následující:

- pravidla provozu těchto souprav – trasy, případně časy, kdy mohou tyto soupravy jezdit; místa, kde mohou parkovat;
- účel využití – přímá SND, KP, nebo oba segmenty;
- požadavky na řidiče těchto souprav – věk, délka praxe, speciální školení, apod.;
- povinnosti (a práva) provozovatelů souprav s nestandardní délkou.

Ve vazbě na autorem navrhovanou *Vyhlášku o soupravách s nestandardní délkou* a ve vazbě na **povolení vnitrostátního provozu souprav s nestandardní délkou** v režimu všeobecného užívání PK, bude nutné provést změnu vyhlášky [4] v těchto bodech:

- 1) největší povolená délka sedlového návěsu 14,90 m;
- 2) největší povolená délka návěsové soupravy 17,80 m;
- 3) největší povolená délka soupravy typu EMS 26,00 m;
- 4) největší povolená délka soupravy typu ETT 35,00 m;
- 5) největší povolená hmotnost objemově orientované varianty EMS 48 t;
- 6) největší povolená hmotnost hmotnostně orientované varianty EMS 60 t;
- 7) největší povolená hmotnost soupravy typu ETT (pro přímou SND) 80 t;
- 8) největší povolená hmotnost soupravy typu ETT (pro svoz/rozvoz IPJ) 90 t.

Body 1 a 2 se týkají povolení všeobecného provozu soupravy: „*tahač + sedlový návěs Eurotrailer*“. Soupravou v bodě 5 je myšlena souprava: „*tahač + návěs + tandemový přívěs*“; soupravou v bodě 6 je myšlena souprava: „*nákladní automobil + dolly + návěs*“; soupravou v bodě 4, 7 a 8 je myšlena souprava: „*nákladní automobil + dolly + návěs interlink + návěs*“. Technické a přepravní charakteristiky těchto souprav a jejich obrázky jsou uvedeny v kapitole **1.3** a *v příloze č. 2*.

Další podmínkou povolení provozu souprav s nestandardní délkou by pravděpodobně byla změna § 14 ve vyhlášce [4], upravující **technické požadavky na spojitelnost vozidel do jízdnic souprav** a jejich provoz.

Návrhy zvýšení *největších povolených hmotností souprav* používaných v režimu vnitrostátního provozu (body 6 až 8 ze seznamu uvedeného výše na této straně) jsou realizovatelné pomocí novely vyhlášky [4], neboť zvýšení celkových hmotností souprav je plně v gesci konkrétního členského státu EU.

Návrhy změn *největších povolených délek souprav* (body 1 až 4 ze seznamu osmi bodů na straně 112) zřejmě nebudou právně průchodné ve vazbě na článek 4 Směrnice [2]. V tomto případě by bylo nutné, aby dopravci používající soupravy s nestandardní délkou i nadále vlastnili *povolení ke zvláštnímu užívání pozemních komunikací*.

Ve vazbě na **povolení mezinárodního provozu souprav s nestandardní délkou** mezi členskými státy EU bude nutné provést změny limitů rozměrů a hmotností silničních vozidel a souprav zakotvených ve Směrnici [2]. Jako návrh změn lze použít osm bodů, které autor navrhl na str. 112. Rovněž bude nutná změna ustanovení o otáčení souprav zakotveného ve Směrnici [2]. **Změnou Směrnice [2] by byl umožněn i vnitrostátní provoz souprav s nestandardní délkou v jednotlivých členských státech EU.**

VŠEOBECNÝ PROVOZ A SBĚR DAT ZE VŠEOBECNÉHO PROVOZU

Základní informace ke kroku:

- pozice **21 a 22;**
- předchůdce 20;
- následovník 23.

Pokud by byl povolen všeobecný provoz souprav s nestandardní délkou na základě změny (resp. přijetí nových) právních předpisů ČR, bylo by i nadále nutné monitorovat vliv provozu těchto souprav na bezpečnost a plynulost silničního provozu.

Ve vazbě na snažší implementaci souprav s nestandardní délkou do logistických přepravních systémů budou nezbytné **investice státu do sítě PK a jejich součástí** – především do parkovišť a dálničních odpočívek. Zde bude nutné „přeznačit“ určité procento parkovacích stání, resp. vyznačit nová parkovací stání pro soupravy EMS, či ETT. Přesný počet míst pro tyto soupravy by byl určen na základě průzkumu, provedeného na konkrétních parkovištích (odpočívkách) pracovníky *Silničního správního úřadu*.

Při zohlednění Nařízení [6] a vyhlášky [17] by bylo reálné organizovat **parkování těchto souprav při vnitrostátních přepravách**, za účelem dodržení limitů dob řízení, dob přestávek a dob odpočinku řidičů, zejména v místech ložných operací (v logistických centrech) a v sídlech dopravců.

SLEDOVÁNÍ ZMĚN VSTUPNÍCH DAT A PŘIJMUTÍ NUTNÝCH OPATŘENÍ

Základní informace ke kroku:

- pozice **23 a 24**;
- předchůdce 21 a 22;
- následovník 21 (formálně ale **konec metodiky**).

Posledním krokem navržené metodiky je monitoring vlivů souprav s nestandardní délkou na provoz na PK i po povolení všeobecného provozu. Rovněž bude nutné provádět v určitých časových intervalech (např. 1x-2x za rok) **úpravy sítě PK vhodné pro provoz souprav s nestandardní délkou** tak, jak budou uváděny do provozu nové úseky dálnic a rychlostních silnic. Podobně je třeba brát v potaz **výstavbu nových logistických center či terminálů kombinované dopravy** a určit, zda je možné jejich obsluhu provádět soupravami s nestandardní délkou.

Povolením všeobecného provozu souprav s nestandardní délkou implementační proces nekončí. Jejich provoz je třeba nadále monitorovat, vyhodnocovat a zohledňovat měnící se vstupní podmínky.

5 APLIKACE NAVRŽENÉ METODIKY NA PROBLÉM URČENÍ OPTIMÁLNÍ SILNIČNÍ NÁKLADNÍ SOUPRAVY

Autor se v této kapitole zaměří především na **matematicky kvantifikovatelné kroky navržené metodiky** a rovněž budou provedeny kroky nezbytné pro realizaci kroků matematicky kvantifikovatelných (kroky 3 až 7 na následujícím seznamu na této straně).

Ostatním **krokům spočívajícím ve verbálních formulacích** se zde autor věnovat nebude, protože byly podrobně zpracovány v kapitolách **1, 3 a 4** (kroky 1 a 2 na následujícím seznamu na této straně), resp. protože bude nutné jejich aplikaci provést v reálném silničním provozu a na základně reálných úprav právních předpisů – ČR, resp. EU (kroky 8 až 14 na následujícím seznamu). U kroku 8 nebude autor provádět aplikační návrh z důvodu rozsahu tohoto kroku a nutnosti kontrolovat konkrétní úseky PK, vybrané pomocí autorem navržených postupů (na str. 106 a 107), přímo „v terénu“.

Pro přehlednost jsou postupové kroky navržené metodiky v kapitole **4.2** na tomto místě stručně zopakovány:

- 1) rešerše a sběr vstupních dat;
- 2) rešerše a studium relevantních vědeckých metod;
- 3) **aplikace teorie systémů na řešenou problematiku** (viz kapitola **5.1**);
- 4) **vytvoření seznamu uvažovaných silničních souprav a jejich kategorizace podle účelu – tj. přeprava paletizovaného zboží, resp. přeprava intermodálních přepravních jednotek** (viz kapitola **5.2**);
- 5) **výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav** (viz kapitola **5.3**);
- 6) **SWOT analýza uvažovaných silničních souprav** (viz kapitola **5.4**);
- 7) **identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA a určení, zda je optimální souprava standardní, či nikoli** (viz kapitola **5.5**);
- 8) definování vhodné dopravní sítě;
- 9) udělení výjimek pro zkušební provoz;
- 10) zkušební provoz a sběr dat ze zkušebního provozu;
- 11) vyhodnocení dat ze zkušebního provozu, identifikace případných problémů a přijetí opatření k jejich odstranění;
- 12) přijetí opatření k povolení všeobecného (běžného) provozu;
- 13) všeobecný provoz a sběr dat ze všeobecného provozu;
- 14) sledování změn vstupních dat a přijmutí nutných opatření.

Kroky, které budou předmětem této aplikační kapitoly, jsou ve výše uvedeném seznamu 14 kroků zvýrazněny **tučně**.

5.1 Aplikace teorie systémů na řešenou problematiku

Tento krok je tvořen třemi částmi:

- 1) vymezení systému k řešení;
- 2) CATWOE analýza systému;
- 3) funkční dekompozice systému.

VYMEZENÍ SYSTÉMU K ŘEŠENÍ

Z makro pohledu je zkoumaným systémem **silniční nákladní doprava**. Autor sestaví verbální model tohoto systému s použitím *CATWOE analýzy*, definované v Checklandovské metodice, a pomocí *funkční dekompozice* tohoto systému.

CATWOE ANALÝZA SYSTÉMU

Analýza CATWOE byla po teoretické stránce zformulována na str. 67. V aplikační rovině je možno **atributy analýzy CATWOE** pro systém SND definovat takto:

- **CUSTOMER:** národní hospodářství; státní rozpočet; zákazníci (spotřebitelé) – maloobchod, výrobní podniky apod.;
- **ACTOR:** dopravci; řidiči nákladních vozidel a jízdních souprav;
- **TRANSFORMATION PROCESS:** přeprava věcí; v širším kontextu i manipulace a skladování věcí; kombinovaná doprava;
- **WELTANSCHAUUNG:** změna polohy hmotných statků; zásobování obyvatelstva a firem;
- **OWNER:** orgány státní správy a samosprávy; dopravce (může ukončit podnikatelskou činnost); „vyšší moc“;
- **ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS:** právní předpisy upravující SND (předpisy ČR, EU; mezinárodní dohody); cena ropy; povětrnostní podmínky; politická situace (války); image SND v očích veřejnosti.

Tento krok metodiky je důležitý z hlediska uvědomění si vnitřních a vnějších souvislostí zkoumaného systému a z hlediska **dodržení principů systémového přístupu při aplikaci metodiky** na problém. Pro účely disertační práce je tímto „*problémem*“ určení:

- optimální silniční nákladní soupravy pro přímou SND mezi logistickými centry;
- optimální silniční nákladní soupravy pro svoz/rozvoz IPJ v rámci atrakčního obvodu logistického centra.

FUNKČNÍ DEKOMPOZICE SYSTÉMU

Dekompozici systému SND lze provést víceúrovňově. První stupeň (funkční) dekompozice je uveden v následujících bodech:

- 1) statický,
- 2) mobilní,
- 3) řídicí.

Zdroji informací pro popis systému jsou u:

- **statického systému** – pasporty PK, silniční databanka, Centrální evidence PK;
- **mobilního systému** – katalogy vozidel, technické průkazy vozidel, odborná literatura, internetové stránky výrobců.

Systém SND lze tedy dekomponovat na *tři „základní“ subsystemy*. **Tyto subsystemy lze dále dekomponovat.**

Ad 1 statický subsystem SND

- Sít' pozemních komunikací (na základě [55]):
 - dálnice,
 - silnice I., II., III. třídy,
 - místní komunikace I., II., III. třídy,
 - účelové komunikace,
 - součásti PK: odpočívky, mostní objekty, nadjezdy, tunely, zdi, svislé dopravní značky, vodorovná dopravní značení, svodidla, směrové sloupky, protihlukové stěny, únikové zóny,

- příslušenství PK: přenosné svislé dopravní značky a dopravní zařízení, zařízení pro provozní informace (např. hlásiče náledí), veřejné osvětlení, světelná signalizační zařízení, ploty, ekodukty, technická zařízení pro vysokorychlostní vážení (nepřenosná);
- areály dopravní firem;
- opravny silničních vozidel;
- logistické huby:
 - logistická centra, gateways,
 - administrativní budovy,
 - sklady,
 - odstavné plochy pro vozidla a IPJ;
 - terminály KP:
 - plochy pro uložení IPJ,
 - plochy pro manipulaci (překládku) IPJ,
 - odstavné plochy pro vozidla a IPJ.

Ad 2 mobilní subsystém SND

- Dopravní prostředky:
 - motorová vozidla -
 - nákladní automobily,
 - tahače návěsů,
 - tahače přívěsů;
 - přípojná vozidla –
 - přívěsy s rejdovnou nápravou,
 - přívěsy s centrální nápravou (nápravami),
 - sedlové návěsy,
 - točnicové podvozky dolly;
 - jízdní soupravy –
 - přívěsové,
 - návěsové,
 - kombinované;

- přepravní prostředky:
 - kontejnery (ISO, ACTS, AWILOG, binnen),
 - výměnné nástavby, taxi-boxy (též *logistické boxy*),
 - sedlové návěsy (standardní, vertikálně-manipulovatelné),
- manipulační prostředky:
 - na vozidlech (hydraulická ruka, hydraulické čelo),
 - v místech ložných operací (vysokozdvížné, nízkozdvížné vozíky, zakladače).

Ad 3 řídicí subsystém SND

Řídicí subsystém může být brán jako samostatný, nebo jako součást subsystému statického. Autor disertační práce uvažuje o systému SND jako o systému lidských aktivit (HAS-systému, viz str. 42-43 této práce), proto je **řídicí subsystém SND uváděn samostatně a je tvořen lidmi:**

- členové parlamentu a senátu ČR, pracovníci ministerstev,
- zaměstnanci krajských úřadů, magistrátů, obecních úřadů s rozšířenou působností, obecních úřadů,
- majitelé dopravních firem, dispečeri, vedoucí vozových parků,
- řidiči, skladníci.

Částí řídicího subsystému jsou rovněž systémy:

- komunikační,
- informační (ITS systémy – např. Fleet Controlling),
- navigační.

Tyto části (subsystémy) řídicího systému mohou být též uvažovány jako součást statického systému.

Na základě provedené dekompozice systému SND lze vytyčit konkrétní systém k řešení → je jím systém „**Dopravní prostředky**“ – tj. silniční nákladní vozidla a jízdní soupravy. S tímto systémem bude autor dále pracovat.

5.2 Vytvoření seznamu uvažovaných silničních souprav a jejich kategorizace podle účelu

V tomto kroku budou řešeny dvě kategorie silničních souprav:

- valníkové soupravy **pro přímou SND** mezi logistickými centry;
- nosiče IPJ **pro svoz/rozvoz IPJ** v rámci atrakčního obvodu logistického centra.

Vzhledem k širokému spektru silničních nákladních souprav, bude autor uvažovat *jako alternativy* pouze tyto **soupravy pro přímou SND**:

- 1) tahač + standardní jednopodlažní sedlový návěs (základní souprava S_z),
- 2) tahač + sedlový návěs Eurotrailer (S_1),
- 3) nákladní automobil + tandemový přívěs (S_2),
- 4) tahač + standardní sedlový návěs + tandemový přívěs (S_3),
- 5) nákladní automobil + dolly + interlink návěs + standardní sedlový návěs (S_4).

Soupravy uvedené v bodech 2 až 5 budou uvažovány v kompletně **dvoupodlažním provedení**.

V oblasti **svozu/rozvozu IPJ v rámci atrakčního obvodu** logistického centra uvažuje autor využívání těchto souprav:

- 1) nákladní automobil + tandemový přívěs (S_2),
- 2) tahač + sedlový návěs Eurotrailer (S_1),
- 3) nákladní automobil + tandemový přívěs + tandemový přívěs (S_2),
- 4) nákladní automobil + dolly + sedlový návěs Eurotrailer (S_3),
- 5) nákladní automobil + dolly + interlink návěs + sedlový návěs Eurotrailer (S_4).

Soupravy určené pro přepravu IPJ, uvedené v bodech 1-5, jsou **zvoleny vzhledem ke scénáři stanovenému na straně 65-66, který počítá s přepravou výměnných nástaveb**.

Pokud by scénář uvažoval přepravu **kontejnerů ISO**, výčet souprav (resp. skladba vozidel v těchto soupravách) by byl(a) odlišný(á). **Například by nebylo nutné do souprav určených pro přepravu IPJ v bodech 2, 4 a 5 připojovat návěs Eurotrailer s délkou 15 metrů**. Pro přepravu kontejnerů ISO by vyhovoval sedlový návěs se standardní délkou – tj. do 13,6 metru.

5.3 Výpočet vybraných technologických ukazatelů silničních souprav

Volba konkrétních technologických ukazatelů, které budou vypočítány pro potřeby aplikace metody TOPSIS, závisí na úsudku řešitele. Autor v teoretické návrhové části disertační práce (v kapitole 4) navrhl široké spektrum těchto technologických ukazatelů, které mohou sloužit jako podklad pro rozhodování. Při aplikaci navržené metodiky použije autor tyto ukazatele:

- 1) **pro soupravy určené k přímé SND (valníkové soupravy):**
 - a) úspora počtu jízd při použití i-té soupravy (Ujíz-d-Si),
 - b) úspora na mýtném při použití i-té soupravy (Umýtné-Si),
 - c) počet litrů paliva připadající na jednu přepravenou paletu i-tou soupravou (LPCplt-Si),
 - d) hmotnost CO₂ připadající na jednu přepravenou paletu i-tou soupravou (EPCplt-Si).
- 2) **pro soupravy určené ke svozu a rozvozu IPJ (nosiče IPJ):**
 - a) úspora počtu jízd při využití i-té soupravy (Ujíz-d-Si),
 - b) úspora nákladů na palivo při použití i-té soupravy (Upalivo-Si),
 - c) úspora na mýtném při použití i-té soupravy (Umýtné-Si),
 - d) počet litrů paliva připadající na jeden tunokilometr i-té soupravy (LPTKM-Si).

Pro výpočet těchto technologických ukazatelů využil autor software Microsoft Office Excel. Pomocí navržených matematických vztahů v kapitole 4.2.5 a na základě vstupních hodnot vypočítal autor zvolené ukazatele pro všechny uvažované soupravy.

5.3.1 Technologické ukazatele pro valníková vozidla

Vstupními informacemi jsou:

- scénář, který autor definoval na straně 64 této práce,
- technicko-přepravní charakteristiky souprav definovaných v kapitole 5.2 – viz Tab. 4.

Tab. 4 Technicko-přepravní charakteristiky valníkových souprav

Si	užitečná hmotnost [t]	kapacita [plt]	počet rozpojení [-]	spotřeba paliva [l/100km]
Sz	25	33	0	31
S1	25	74	0	31
S2	23	72	0	32
S3	28	102	1	36
S4	46	138	2	45

Zdroj: Autor, [42], [93], [110], [122], [123]

V následujících tabulkách (Tab. 5 až 8 a Tab. 11 až 14) jsou používány zkratky veličin korespondující s označením veličin v autorem navržených matematických vztazích v kapitole 4.2.5.

ÚSPORA POČTU JÍZD PŘI POUŽITÍ I-TÉ SOUPRAVY

V Tab. 5 autor matematicky kvantifikoval úspory počtu jízd plynoucí z používání souprav s nestandardní délkou ve srovnání se soupravami standardními. Pro výpočet byly použity vztahy (2) až (9) definované na str. 70 až 74.

Tab. 5 Úspory počtu jízd

	Sz	S1	S2	S3	S4	
K-Si	33,00	74,00	72,00	102,00	138,00	plt
Wuž-Si	25,00	25,00	23,00	28,00	46,00	t
Mplt-empty	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	t
Mcargo-plt	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	t
Nplt-Si	78,00	78,00	71,00	87,00	143,00	plt
Nplt-Si (max.)	33,00	74,00	71,00	87,00	138,00	plt
Gcargo-celk	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	t
Nplt-celk	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	plt
Gplt-celk	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	t
Njzd-Si-tun	3 840,00	3 840,00	4 174,00	3 429,00	2 087,00	jízd
Njzd-Si-plt	9 091,00	4 055,00	4 167,00	2 942,00	2 174,00	jízd
Njzd-Si	9 091,00	4 055,00	4 174,00	3 429,00	2 174,00	jízd
Ujzd-Si	0,00	5 036,00	4 917,00	5 662,00	6 917,00	jízd

Zdroj: Autor

Z Tab. 5 je patrné, že při výpočtu úspor jízd byla za základ vzata souprava Sz – tj. tahač + návěs (jednopodlažní). Proto je u ní úspora jízd nulová. Analogicky je tomu i u dalších výpočtů úspor (Tab. 6, 11, 12 a 13).

ÚSPORA NÁKLADŮ NA MÝTNÉ PŘI POUŽITÍ I-TÉ SOUPRAVY

Pro výpočet byly použity vztahy (14) až (16) definované na str. 76. Výsledné úspory nákladů na mýtné shrnuje Tab. 6 na straně 123.

Tab. 6 Úspory nákladů na mýtné

	Sz	S1	S2	S3	S4	
Njíz-d-Si	9 091,00	4 055,00	4 174,00	3 429,00	2 174,00	jízd
Sazba Uw-Si	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	Kč/km
Délka Uw	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	km
NCmýtné-Si	8 181 900,00	3 649 500,00	3 756 600,00	3 086 100,00	1 956 600,00	Kč
DST LC	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	km
Umýtné-Si	0,00	4 532 400,00	4 425 300,00	5 095 800,00	6 225 300,00	Kč

Zdroj: Autor

Z Tab. 6 vyplývá, že při použití soupravy S4 (ETT) jsou náklady na mýtné, ve srovnání se soupravou Sz (tahač + návěs), přibližně čtvrtinové. Dopravce by při používání souprav ETT ušetřil na mýtném více než 6,2 milionu Kč. Druhou nejlepší soupravou v tomto kritériu je souprava EMS – konkrétně v konfiguraci: tahač + návěs + tandemový přívěs. Jejím používáním by dopravce ušetřil na mýtném téměř 5,1 milionu Kč.

POČET LITRŮ PALIVA PŘIPADAJÍCÍ NA JEDNU PŘEPRAVENOU PALETU I-TOU SOUPRAVOU

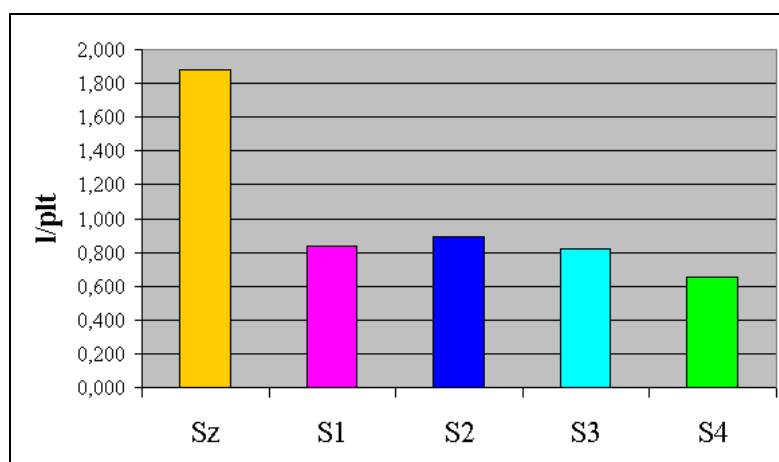
Pro výpočet byly použity vztahy (18) a (21) definované na str. 77-78. Jde o jeden z tzv. „relativních ukazatelů“, protože řeší spotřebu paliva nikoli absolutně (např. v [l/100 km]), ale ve vztahu k určité „jednici“, která je pro všechny porovnávané soupravy shodná – v tomto případě k jedné přepravené paletě. **Z tohoto důvodu mají podle názoru autora jím navržené relativní (technologické) ukazatele lepší vypovídací schopnost, než absolutní.** Výsledky tohoto ukazatele jsou shrnuty v Tab. 7 a v grafu na Obr. 25 (viz strana 124).

Tab. 7 Počet litrů paliva připadající na jednu přepravenou paletu

	Sz	S1	S2	S3	S4	
AVC-Si	31,00	31,00	32,00	36,00	45,00	l/100km
AVClpkm-Si	0,31	0,31	0,32	0,36	0,45	l/km
Njíz-d-Si	9 091,00	4 055,00	4 174,00	3 429,00	2 174,00	jízd
DST LC	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	km
VZD-Si	1 818 200,00	811 000,00	834 800,00	685 800,00	434 800,00	km
Nplt-celk	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	plt
LPCplt-Si	1,879	0,838	0,890	0,823	0,652	l/plt

Zdroj: Autor

Z Tab. 7 vyplývá, že hodnota ukazatele LPC_{plt-Si} je úměrná počtu jízd i -té soupravy, resp. celkem ujeté vzdálenosti u i -té soupravy. Dalším důležitým faktorem je průměrná spotřeba paliva i -té soupravy. Proto je například při porovnání soupravy Sz (tahač + návěs) a S4 (ETT) hodnota ukazatele LPC_{plt-Si} u soupravy ETT oproti standardní návěsové soupravě cca třetinová, zatímco počet jízd (N_{jzd-Si}) nutných k přepravě dané hmotnosti nákladu (90 000 tun) je u soupravy ETT přibližně čtvrtinový (oproti standardní návěsové soupravě). Rozdíl je dán právě vyšší průměrnou spotřebou paliva u soupravy ETT.



Zdroj: Autor

Obr. 25 Hodnoty ukazatele LPC_{plt} pro valníkové soupravy

Obdobně by bylo možné graficky vyjádřit i všechny ostatní technologické ukazatele. Vzhledem k rozsahu práce od toho autor upouští.

HMOTNOST CO_2 PŘIPADAJÍCÍ NA JEDNU PŘEPRAVENOU PALETU I-TOU SOUPRAVOU

Pro výpočet byly použity vztahy (18) a (25) definované na str. 77 a 80. Výsledky tohoto ukazatele jsou přímo úměrné výsledkům ukazatele LPC_{plt-Si} . Výsledky ukazatele EPC_{plt-Si} shrnuje Tab. 8 na straně 125.

Konstanta EPL má podle literatury [116] hodnotu 2,7 kg CO_2/l – viz druhý řádek v Tab. 8 na straně 125.

Tab. 8 Hmotnost vyprodukovaného CO₂ připadající na jednu přepravenou paletu

	Sz	S1	S2	S3	S4	
EPL	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	kg/l
AVClpkm-Si	0,31	0,31	0,32	0,36	0,45	l/km
VZD-Si	1 818 200,00	811 000,00	834 800,00	685 800,00	434 800,00	km
Nplt-celk	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	plt
EPCplt-Si	5,073	2,263	2,404	2,222	1,761	kg/plt

Zdroj: Autor

Z posledního řádku Tab. 8 (EPCplt-Si) je zřejmá korelace s hodnotami z posledního řádku Tab. 7 (LPCplt-Si). Ke stejným hodnotám EPCplt-Si by bylo možné dojít součinem **LPCplt-Si * EPL** (EPL = 2,7). Například u soupravy S3: $0,823 * 2,7 = 2,222$ kg/plt.

Pro vyšší míru objektivitu **propočítal autor i variantu, že by byla Sz (tahač + návěs) v dvoupodlažním provedení** (tj. s kapacitou 66 plt). Ukazatele LPCplt-Si a EPCplt-Si by měly hodnoty 0,94 l/plt, resp. 2,537 kg/plt. Hodnoty by se tak velmi přiblížily hodnotám pro soupravu S2 (nákladní automobil + tandemový přívěs).

5.3.2 Technologické ukazatele pro nosiče IPJ

Vstupními informacemi jsou:

- scénář, který autor definoval na straně 65-66 této práce,
- technicko-přepravní charakteristiky uvažovaných souprav (viz Tab. 9),
- technicko-přepravní charakteristiky uvažovaných IPJ (viz Tab. 10 na str. 126),
- cena nafty je 33 Kč/l [117].

Tab. 9 Technické charakteristiky nosičů IPJ

Si	užitečná hmotnost [t]	počet IPJ na soupravě [ks]	spotřeba paliva [l/100km]
Sz	27	2	32
S1	26	2	31
S2	32	3	36
S3	29	3	36
S4	52	4	45

Zdroj: Autor, [42], [93], [110], [122], [123]

Tab. 10 Technicko-převážní charakteristiky výměnné nástavby C 745

veličina	hodnota
vlastní hmotnost	2,5 t
užitečná hmotnost	13 t
kapacita	18 plt

Zdroj: [122]

ÚSPORA POČTU JÍZD PŘI POUŽITÍ I-TÉ SOUPRAVY

Pro výpočet byly použity vztahy (27) až (38) definované na str. 82 až 87. Výpočty zohledňují snížení užitečné hmotnosti souprav o hmotnost manipulátorů Mobiler (viz scénář na str. 65) a o vlastní hmotnost uvažovaných IPJ (výměnných nástaveb C 745). Využitelnou hmotnost pro náklad u i-té soupravy označil autor jako „*efektivní užitečnou hmotnost*“. Výsledné hodnoty úspor počtu jízd při použití i-té soupravy shrnuje Tab. 11.

Tab. 11 Úspory počtu jízd

	Sz	S1	S2	S3	S4	
Wuž-Si	27,00	26,00	32,00	29,00	52,00	t
N IPJ-Si	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00	ks
M IPJ-tara	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	t
Nman-Si	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00	ks
Mman	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	t
Wuž-ef1-Si	18,00	17,00	18,50	15,50	34,00	t
M IPJ-už	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	t
Wuž-ef2-Si	26,00	26,00	39,00	39,00	52,00	t
Wuž-ef-Si	18,00	17,00	18,50	15,50	34,00	t
Mplt-empty	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	t
Mcargo-plt	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	t
Nplt-Si (teor.)	56,00	53,00	57,00	48,00	106,00	plt
K IPJ-Si	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	plt
K-Si	36,00	36,00	54,00	54,00	72,00	plt
Nplt-Si (max.)	36,00	36,00	54,00	48,00	72,00	plt
Gcargo-celk	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	t
Nplt-celk	166 667,00	166 667,00	166 667,00	166 667,00	166 667,00	plt
Gplt-celk	3 334,00	3 334,00	3 334,00	3 334,00	3 334,00	t

	Sz	S1	S2	S3	S4	
Njíz-d-Si-tun	2 963,00	3 138,00	2 883,00	3 441,00	1 569,00	jízd
Njíz-d-Si-plt	4 630,00	4 630,00	3 087,00	3 087,00	2 315,00	jízd
Njíz-d-Si	4 630,00	4 630,00	3 087,00	3 441,00	2 315,00	jízd
Ujíz-d-Si	0,00	0,00	1 543,00	1 189,00	2 315,00	jízd

Zdroj: Autor

Výpočet v Tab. 11 ukázal, že soupravy Sz a S1 jsou v tomto ukazateli rovnocenné. Obě potřebují na přepravu dané hmotnosti nákladu (50 000 tun) 4630 jízd. Porovnáme-li soupravy S2 a S3, pak dojedeme k závěru, že ačkoli mohou obě přepravit tři výměnné nástavby, lepší je souprava S2. Je to dáno její vyšší užitečnou hmotností – oproti soupravě S3 o 3 tuny (32 tun vs. 29 tun).

Pokud by autor na str. 108 uvažoval povolení celkové hmotnosti souprav EMS v konfiguraci S3 (tj. nákladní automobil + dolly + návěs) během testovacího provozu 60 tun, byly by soupravy S2 a S3 v tomto ukazateli rovnocenné. Stejně tak by byly rovnocenné v ukazateli „Úspora nákladů na mýtné“ – viz str. 128.

ÚSPORA NÁKLADŮ NA PALIVO PŘI POUŽITÍ I-TÉ SOUPRAVY

Pro výpočet byly použity vztahy (12) a (13) definované na str. 75. Výsledky úspor paliva shrnuje Tab. 12.

Tab. 12 Úspory nákladů na palivo

	Sz	S1	S2	S3	S4	
AVC-Si	32,00	31,00	36,00	36,00	45,00	l/100km
Cena lI	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	Kč/l
Njíz-d-Si	4 630,00	4 630,00	3 087,00	3 441,00	2 315,00	jízd
DSTsvoz	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	km
VZD-Si	277 800,00	277 800,00	185 220,00	206 460,00	138 900,00	km
NCpalivo-Si	2 933 568,00	2 841 894,00	2 200 414,00	2 452 745,00	2 062 665,00	Kč
Upalivo-Si	0,00	91 674,00	733 154,00	480 823,00	870 903,00	Kč

Zdroj: Autor

Z Tab. 12 vyplývá, že rozdíl v průměrné spotřebě paliva o „pouhý“ 1 l/100 km u souprav Sz a S1 přinese v konečném součtu (při ceně 1 litru nafty 33 Kč) úsporu cca 92 000 Kč při použití soupravy S1.

Souprava S2 je v tomto ukazateli lepší než S3, přestože je průměrná spotřeba paliva obou těchto souprav shodná. Rozdíl je dán tím, že souprava S2 přepraví danou hmotnost nákladu (50 000 tun) pomocí 3 087 jízd, zatímco souprava S3 k tomu potřebuje 3 441 jízd, tedy o 354 jízd více.

Porovnáme-li soupravu Sz a S4 zjistíme, že i přes to, že souprava S4 má o 13 l/100 km vyšší průměrnou spotřebu paliva, k přepravě dané hmotnosti nákladu potřebuje poloviční počet jízd (2 315 jízd) a sníží tak dopravci náklady na palivo o téměř 871 000 Kč.

ÚSPORA NÁKLADŮ NA MÝTNÉ PŘI POUŽITÍ I-TÉ SOUPRAVY

Pro výpočet byly použity vztahy (14), (15) a (41) definované na str. 76 a 88. Výsledné úspory porovnává Tab. 13.

Tab. 13 Úspory nákladů na mýtné

	Sz	S1	S2	S3	S4	
Njzd-Si	4 630,00	4 630,00	3 087,00	3 441,00	2 315,00	jízd
Sazba Uw-Si	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	Kč/km
Délka Uw	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	km
NCmýtné-Si	926 000,00	926 000,00	617 400,00	688 200,00	463 000,00	Kč
DSTsvoz	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	km
Umýtné-Si	0,00	0,00	308 600,00	237 800,00	463 000,00	Kč

Zdroj: Autor

Všechny uvažované soupravy patří z hlediska sazeb mýtného do stejné kategorie – 5 Kč/km (souprava se čtyřmi a více nápravami, tažné vozidlo emisní specifikace Euro 5). Díky tomu je úspora nákladů na mýtné v Tab. 13 přímo úměrná úspoře počtu jízd (viz Tab. 11). Proto například souprava S4, která přepraví danou hmotnost nákladu pomocí polovičního počtu jízd než souprava Sz, má i náklady na mýtné oproti soupravě Sz poloviční.

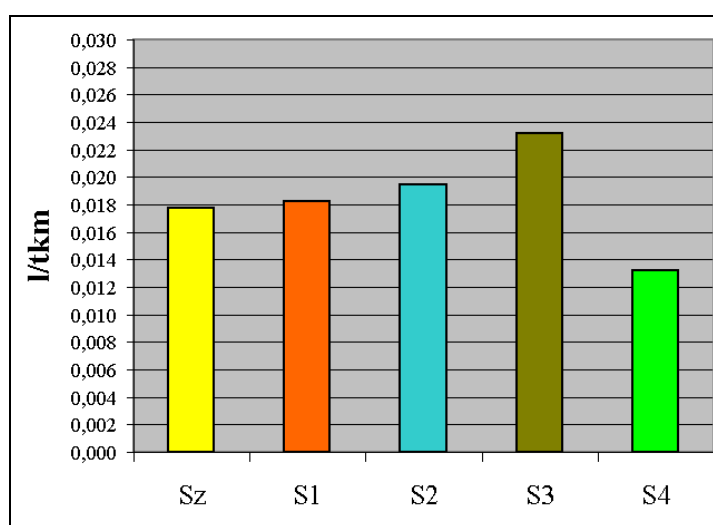
POČET LITRŮ PALIVA PŘIPADAJÍCÍ NA JEDEN TUNOKILOMETR I-TÉ SOUPRAVY

Pro výpočet byly použity vztahy (18) a (44) definované na str. 77 a 89. Výsledky tohoto ukazatele jsou prezentovány v Tab. 14 a v grafu na Obr. 26 na straně 129.

Tab. 14 Počet litrů paliva připadající na jeden tunokilometr

	Sz	S1	S2	S3	S4	
AVC-Si	32,00	31,00	36,00	36,00	45,00	l/100km
AVClpkm-Si	0,32	0,31	0,36	0,36	0,45	l/km
Wuž-ef-Si	18,00	17,00	18,50	15,50	34,00	t
LPTKM-Si	0,018	0,018	0,019	0,023	0,013	l/tkm

Zdroj: Autor



Zdroj: Autor

Obr. 26 Hodnoty ukazatele LPTKM pro nosiče IPJ

Z Tab. 14 a Obr. 26 vyplývá, že ačkoli má souprava S4 nejvyšší průměrnou spotřebu paliva ze všech uvažovaných souprav (např. ve srovnání s Sz vyšší o cca 40 %), při přepočtu spotřeby paliva na jeden tunokilometr má nejlepší výsledek – 0,013 l/tkm.

Nejhůře v tomto ukazateli dopadá souprava S3, což je dáno její relativně vysokou spotřebou paliva ve vztahu k nízké užitečné hmotnosti (omezené limitem celkové hmotnosti).

5.4 SWOT analýza uvažovaných silničních souprav

Autor demonstruje aplikaci SWOT analýzy na soupravě: „*tahač + návěs + tandemový přívěs*“. Důvodem volby této soupravy je, že je jedinou konfigurací souprav EMS používanou v současné době (jaro 2011) v ČR. Autorem aplikovaná SWOT analýza se zaměřuje především na porovnání technických a provozních charakteristik výše specifikované soupravy EMS se:

- standardní návěsovou soupravou;
- s hmotnostně orientovanou variantou EMS – „*nákladní automobil + dolly + návěs*“.

SILNÉ STRÁNKY

- 1) celková hmotnost soupravy je v souladu s vyhláškou [4] – 48 tun;
- 2) nápravové tlaky jsou v souladu s vyhláškou [4] i Nařízením [2];
- 3) souprava vyhovuje ustanovením o otáčení a zatáčení v Nařízení [2];
- 4) celkový objem ložných prostorů až 160 m³ – cca o 60 % více než má standardní návěsová souprava;
- 5) kapacita 102 euro-palet v kompletně dvoupodlažním provedení – cca o 35 % více než má standardní návěsová souprava (v dvoupodlažním provedení);
- 6) využití v segmentu KP – kapacita 3 TEU:
 - a) 3 kontejnery ISO 1C,
 - b) 1x ISO 1A a 1x ISO 1C;
- 7) dobré manévrovací schopnosti (lepší než má hmotnostně orientovaná varianta EMS) v silničním provozu – odbočování, průjezdy kruhovými objezdy apod.;
- 8) variabilita soupravy – po odpojení tandemového přívěsu se jedná o standardní návěsovou soupravu.

SLABÉ STRÁNKY

- 1) celková délka soupravy není v souladu s vyhláškou [4], resp. Nařízením [2];
- 2) horší manévrovací schopnosti při couvání (je třeba couvat se dvěma přípojnými vozidly);
- 3) využití v segmentu KP:
 - a) nepřepraví tři výměnné nástavby (C 715, C 745, C 782); avšak bylo by možné přepravit např. 1x A 1360 a 1x C 782,
 - b) nízká užitečná hmotnost tandemového přívěsu (v závislosti na rozvoru náprav) při využití pro přepravu kontejnerů ISO;
- 4) nutnost rozpojování při ložných operacích probíhajících přes zadní vrata přípojných vozidel.

PŘÍLEŽITOSTI

- 1) využití návěsu Eurotrailer v soupravě umožní přepravovat až tři výměnné nástavby C 745;
- 2) provedení tandemového přívěsu (a sedlového návěsu) ve verzi „*Quick-Load*“, odstraní nutnost rozpojování soupravy při ložných operacích;
- 3) provádění ložných operací „ze strany“ – např. v logistických centrech využívajících *nakládací doky* – odstraní nutnost rozpojování soupravy při ložných operacích;

- 4) shodné soupravy jsou používány v zahraničí (zejm. Norsko, Švédsko, Finsko, SRN, Nizozemsko a Dánsko) → příležitost k povolení mezinárodního provozu těchto souprav mezi těmito státy a *vytvoření koridorů* pro provoz těchto souprav;
- 5) pozitivní vliv na hustotu silničního provozu;
- 6) ekologické efekty: snížení spotřeby paliva, snížení produkce emisí;
- 7) snížení nápravových tlaků (cca 8 tun na nápravu) – ochrana povrchu PK.

OHROŽENÍ

- 1) negativní postoj určitých zájmových skupin k využívání souprav s nestandardní délkou v silničním provozu;
- 2) využití návěsu Eurotrailer v soupravě zvýší její délku o 1,3 metru na cca 26,5 metru;
- 3) úprava současných právních předpisů ČR a EU ve prospěch souprav EMS.

5.5 Identifikace optimální silniční soupravy pomocí MCA

Obsahem tohoto kroku je:

- **aplikace metody TOPSIS** na problém určení optimální silniční nákladní soupravy pro konkrétní použití (účel) – tj. *přímá SND* mezi logistickými centry, resp. *svoz/rozvoz IPJ* v atrakčním obvodu logistického centra; autor bude postupovat podle kroků definovaných v kapitole **4.2.7**, na stranách 94 až 101;
- **kategorizace optimální soupravy** pro konkrétní použití – tj. zda je optimální souprava vybraná metodou TOPSIS standardní, či nikoli.

Při aplikaci metody TOPSIS byl použit software Microsoft Office Excel.

5.5.1 Identifikace optimální valníkové soupravy

SEZNAM ALTERNATIV

Posuzovanými soupravami budou:

- 1) tahač + standardní jednopodlažní sedlový návěs (alternativa A1),
- 2) tahač + sedlový návěs Eurotrailer (A2),
- 3) nákladní automobil + tandemový přívěs (A3),
- 4) tahač + standardní sedlový návěs + tandemový přívěs (A4),
- 5) nákladní automobil + dolly + interlink návěs + standardní sedlový návěs (A5).

Tab. 15 Kriteriační matice pro valníkové soupravy

	k1 (Ujízdy)	k2 (Umýtné)	k3 (LPC)	k4 (EPC)	k5 (rozp.)
A1 = T+N	0	0	1,879	5,073	0
A2 = T+ET	5 036	4 532 400	0,838	2,263	0
A3 = NA+TP	4 917	4 425 300	0,890	2,404	0
A4 = T+N+TP	5 662	5 095 800	0,823	2,222	1
A5 = ETT	6 917	6 225 300	0,652	1,761	2

Zdroj: Autor

PŘEVEDENÍ VŠECH KRITÉRIÍ NA MAXIMALIZAČNÍ

Kritéria k1 a k2 jsou definována jako maximalizační. Kritéria k3, k4 a k5 jsou minimalizační a je proto nutné převést tato kritéria na maximalizační pomocí vztahu (52) definovaného na str. 99 této práce.

Tab. 16 Maximalizační matice pro valníkové soupravy

MAX	k1 (Ujízdy)	k2 (Umýtné)	k3 (LPC)	k4 (EPC)	k5 (rozp.)
A1 = T+N	0	0	0	0,000	2
A2 = T+ET	5 036	4 532 400	1,041	2,810	2
A3 = NA+TP	4 917	4 425 300	0,989	2,669	2
A4 = T+N+TP	5 662	5 095 800	1,056	2,851	1
A5 = ETT	6 917	6 225 300	1,227	3,312	0

Zdroj: Autor

SESTAVENÍ NORMALIZOVANÉ KRITÉRIÁLNÍ MATICE

V tomto kroku byl použit vztah (53) – viz str. 99 této práce.

Tab. 17 Normalizovaná kriteriační matice pro valníkové soupravy

	k1 (Ujízdy)	k2 (Umýtné)	k3 (LPC)	k4 (EPC)	k5 (rozp.)
A1 = T+N	0,000	0,000	0,000	0,000	0,555
A2 = T+ET	0,443	0,443	0,481	0,481	0,555
A3 = NA+TP	0,432	0,432	0,457	0,457	0,555
A4 = T+N+TP	0,498	0,498	0,488	0,488	0,277
A5 = ETT	0,608	0,608	0,567	0,567	0,000

Zdroj: Autor

SESTAVENÍ VÁŽENÉ KRITERIÁLNÍ MATICE

V tomto kroku byl použit vztah (54) – viz str. 99 této práce.

Tab. 18 Vážená kritériální matice pro valníkové soupravy

	k1 (Ujízď)	k2 (Umýtné)	k3 (LPC)	k4 (EPC)	k5 (rozp.)
A1 = T+N	0,000	0,000	0,000	0,000	0,055
A2 = T+ET	0,133	0,089	0,144	0,048	0,055
A3 = NA+TP	0,130	0,086	0,137	0,046	0,055
A4 = T+N+TP	0,149	0,100	0,146	0,049	0,028
A5 = ETT	0,182	0,122	0,170	0,057	0,000

Zdroj: Autor

URČENÍ MAXIMÁLNÍ A MINIMÁLNÍ HODNOTY PRO KAŽDÉ KRITÉRIUM

V tomto kroku byly použity vztahy (55) a (56) – viz str. 100 této práce.

Tab. 19 Maximální a minimální hodnoty kritérií pro valníkové soupravy

	k1 (Ujízď)	k2 (Umýtné)	k3 (LPC)	k4 (EPC)	k5 (rozp.)
Hj	0,182	0,122	0,170	0,057	0,055
Dj	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Zdroj: Autor

SESTAVENÍ MATICE VZDÁLENOSTÍ OD IDEÁLNÍ A OD BAZÁLNÍ VARIANTY

V tomto kroku byly použity vztahy (57) a (58) – viz str. 100 této práce.

Tab. 20 Matice vzdáleností od ideální a od bazální varianty pro valníkové soupravy

	Di+	Di-
A1 = T+N	0,2832	0,0555
A2 = T+ET	0,0655	0,2274
A3 = NA+TP	0,0723	0,2197
A4 = T+N+TP	0,0545	0,2383
A5 = ETT	0,0555	0,2832

Zdroj: Autor

VYPOČTENÍ UKAZATELE RELATIVNÍ VZDÁLENOSTI OD BAZÁLNÍ VARIANTY C_i

V tomto kroku byl použit vztah (59) – viz str. 101 této práce.

Tab. 21 Ukazatel relativní vzdálenosti od bazální varianty pro valníkové soupravy

	C_i	pořadí
$A1 = T+N$	0,164	5
$A2 = T+ET$	0,776	3
$A3 = NA+TP$	0,752	4
$A4 = T+N+TP$	0,814	2
$A5 = ETT$	0,836	1

Zdroj: Autor

URČENÍ SESTUPNÉHO POŘADÍ VARIANT PODLE HODNOTY C_i

Na základě hodnot ukazatele c_i určil autor *sestupné pořadí variant* – viz Tab. 22.

Tab. 22 Sestupné pořadí variant valníkových souprav

pořadí	souprava
1	ETT
2	T+N+TP
3	T+ET
4	NA+TP
5	T+N

Zdroj: Autor

Jak vyplývá z Tab. 22, **pomocí metody TOPSIS bylo určeno toto pořadí vhodnosti souprav v segmentu valníkových souprav:**

- 1) nákladní automobil + dolly + interlink + návěs;
- 2) tahač + návěs + tandemový přívěs;
- 3) tahač + návěs Eurotrailer;
- 4) nákladní automobil + tandemový přívěs;
- 5) tahač + návěs.

5.5.2 Kategorizace optimální valníkové soupravy

Pomocí metody TOPSIS byla vybrána souprava „nákladní automobil + dolly + interlink + návěš“. **Jde o soupravu s nestandardní délkou**, takže autorem navržená metodika pokračuje krokem č. 8 „Definování vhodné dopravní sítě“.

Ve vazbě na autorem vyslovenou hypotézu „H1“ na str. 47, lze konstatovat, že byla tato hypotéza vyvrácena, protože jako optimální souprava byla určena souprava typu ETT.

Nicméně je nutno zdůraznit, že hodnota ukazatele c_i u soupravy ETT (0,836) a hodnota ukazatele c_i u soupravy EMS (0,814) vykazují jen malý rozdíl. Pokud by autor stanovil kritéria, resp. jejich váhy odlišně, je reálné, že by byla souprava EMS (zde v konfiguraci: tahač + návěš + tandemový přívěs) skutečně optimálním typem soupravy pro přímou SND mezi logistickými centry. **Souprava EMS by byla rovněž optimální pokud bychom neuvažovali možnost používat soupravy typu ETT – například vzhledem k jejich délce, či celkové hmotnosti.**

5.5.3 Identifikace optimálního nosiče IPJ

SEZNAM ALTERNATIV

Posuzovanými soupravami budou:

- 1) nákladní automobil + tandemový přívěs (alternativa A1),
- 2) tahač + sedlový návěš Eurotrailer (A2),
- 3) nákladní automobil + tandemový přívěs + tandemový přívěs (A3),
- 4) nákladní automobil + dolly + sedlový návěš Eurotrailer (A4),
- 5) nákladní automobil + dolly + interlink návěš + sedlový návěš Eurotrailer (A5).

Z hlediska využití progresivních logistických technologií v aplikačním návrhu disertační práce, autor uvažuje, že jsou všechny soupravy vybaveny horizontálním manipulátorem Mobiler.

Obr. 28 vlevo (na str. 137) zobrazuje překládku výměnné nástavby mezi nákladním automobilem a železničním nákladním vozem a je zde patrné příčné vybrání v rámu výměnné nástavby. Analogicky je možné provést překládku na/z nakládací rampy. **Z tohoto faktu disertační práce v aplikačním návrhu vychází.**

Na Obr. 28 vpravo je zachycena překládací lyžina manipulátoru Mobiler. Pro potřeby aplikačního návrhu bude tento manipulátor použit pro překládku výměnných nástaveb řady C 745 – viz Obr. 29.



Zdroj: [124]

Obr. 28 Horizontální překladač Mobiler



Zdroj: [125]

Obr. 29 Výměnná nástavba řady C 745

SEZNAM HODNOTÍCÍCH KRITÉRIÍ

Soupravy budou hodnoceny pomocí těchto kritérií:

- 1) úspora počtu jízd při využití i-té soupravy (kritérium k1),
- 2) úspora nákladů na palivo při použití i-té soupravy (k2),
- 3) úspora nákladů na mýtné při použití i-té soupravy (k3),
- 4) počet litrů paliva připadající na jeden tunokilometr i-té soupravy (k4),
- 5) počet IPJ na i-té soupravě (k5).

PŘEVEDENÍ VŠECH KRITÉRIÍ NA MAXIMALIZAČNÍ

Kritéria k1, k2, k3 a k5 jsou maximalizační. Přepočítání v Tab. 24 se týká jen kritéria k4 (tj. ukazatele EPTKM), které je z podstaty minimalizační.

Tab. 24 Maximalizační matice pro nosiče IPJ

MAX	k1 (Ujízdy)	k2 (Upalivo)	k3 (Umýtné)	k4 (EPTKM)	k5 (N IPJ)
A1 = NA+TP	0	0	0	0,005	2
A2 = T+ET	0	91 674	0	0,005	2
A3 = NA+TP+TP	1 543	733 154	308 600	0,004	3
A4 = EMS s ET	1 189	480 823	237 800	0,000	3
A5 = ETT s ET	2 315	870 903	463 000	0,010	4

Zdroj: Autor

SESTAVENÍ NORMALIZOVANÉ KRITÉRIÁLNÍ MATICE

Tab. 25 Normalizovaná kritériální matice pro nosiče IPJ

	k1 (Ujízdy)	k2 (Upalivo)	k3 (Umýtné)	k4 (EPTKM)	k5 (N IPJ)
A1 = NA+TP	0,000	0,000	0,000	0,388	0,309
A2 = T+ET	0,000	0,074	0,000	0,388	0,309
A3 = NA+TP+TP	0,510	0,592	0,510	0,310	0,463
A4 = EMS s ET	0,393	0,388	0,393	0,000	0,463
A5 = ETT s ET	0,765	0,703	0,765	0,776	0,617

Zdroj: Autor

SESTAVENÍ VÁŽENÉ KRITÉRIÁLNÍ MATICE

Tab. 26 Vážená kritériální matice pro nosiče IPJ

	k1 (Ujízdy)	k2 (Upalivo)	k3 (Umýtné)	k4 (EPTKM)	k5 (N IPJ)
A1 = NA+TP	0,000	0,000	0,000	0,116	0,031
A2 = T+ET	0,000	0,015	0,000	0,116	0,031
A3 = NA+TP+TP	0,153	0,118	0,051	0,093	0,046
A4 = EMS s ET	0,118	0,078	0,039	0,000	0,046
A5 = ETT s ET	0,230	0,141	0,077	0,233	0,062

Zdroj: Autor

URČENÍ MAXIMÁLNÍ A MINIMÁLNÍ HODNOTY PRO KAŽDÉ KRITÉRIUM

Tab. 27 Maximální a minimální hodnoty kritérií pro nosiče IPJ

	k1 (Ujízdy)	k2 (Upalivo)	k3 (Umýtné)	k4 (EPTKM)	k5 (N IPJ)
Hj	0,230	0,141	0,077	0,233	0,062
Dj	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031

Zdroj: Autor

SESTAVENÍ MATICE VZDÁLENOSTÍ OD IDEÁLNÍ A OD BAZÁLNÍ VARIANTY

Tab. 28 Matice vzdáleností od ideální a od bazální varianty pro nosiče IPJ

	Di+	Di-
A1 = NA+TP	0,3046	0,1164
A2 = T+ET	0,2981	0,1174
A3 = NA+TP+TP	0,1636	0,2212
A4 = EMS s ET	0,2688	0,1473
A5 = ETT s ET	0,0000	0,3653

Zdroj: Autor

VYPOČTENÍ UKAZATELE RELATIVNÍ VZDÁLENOSTI OD BAZÁLNÍ VARIANTY Ci

Tab. 29 Ukazatel relativní vzdálenosti od bazální varianty pro nosiče IPJ

	Ci	pořadí
A1 = NA+TP	0,276	5
A2 = T+ET	0,282	4
A3 = NA+TP+TP	0,575	2
A4 = EMS s ET	0,354	3
A5 = ETT s ET	1,000	1

Zdroj: Autor

URČENÍ SESTUPNÉHO POŘADÍ VARIANT PODLE HODNOTY c_i

Tab. 30 Sestupné pořadí variant nosičů IPJ

pořadí	souprava
1	ETT s ET
2	NA+TP+TP
3	EMS s ET
4	T+ET
5	NA+TP

Zdroj: Autor

Jak vyplývá z Tab. 30, pomocí metody TOPSIS bylo určeno toto pořadí vhodnosti souprav v segmentu nosičů IPJ:

- 1) nákladní automobil + dolly + interlink + návěs Eurotrailer;
- 2) nákladní automobil + tandemový přívěs + tandemový přívěs;
- 3) nákladní automobil + dolly + návěs Eurotrailer;
- 4) tahač + návěs Eurotrailer;
- 5) nákladní automobil + tandemový přívěs.

5.5.4 Kategorizace optimálního nosiče IPJ

Z výsledků metody TOPSIS vyplývá, že optimální soupravou pro přepravu výměnných nástaveb v atrakčním obvodu logistického centra je souprava typu ETT v konfiguraci: „nákladní automobil + dolly + interlink + návěs Eurotrailer“. **Jde o soupravu s nestandardní délkou**, takže metodika pokračuje krokem č. 8 „Definování vhodné dopravní sítě“. Jak již bylo uvedeno na str. 115, autor aplikační návrh k tomuto kroku neprovádí.

Lze konstatovat, že hypotéza „H2“ vyslovená na str. 47 byla potvrzena, protože autor predikoval, že souprava ETT je pro tento segment přeprav optimální variantou. Na základě hodnoty ukazatele c_i pro tento typ soupravy ($c_i = 1,000$; viz Tab. 29 na str. 140), je tato souprava ETT pro přepravu výměnných nástaveb ideální variantou.

Pokud by aplikační návrh nepočítal s využíváním souprav typu ETT, optimální variantou by byla souprava EMS v konfiguraci: „nákladní automobil + tandemový přívěs + tandemový přívěs“.

5.6 Vyhodnocení výsledků aplikace navržené metodiky

Na základě výsledků aplikace navržené metodiky v oblasti přímé SND i nedoprovázené KP lze konstatovat, že soupravy s nestandardní délkou mají významný přínos v oblasti úspor počtu jízd, úspor ujetých kilometrů (jízdního výkonu), úspor paliva a mýtného. Rovněž vykazují, ve srovnání se standardními soupravami, lepší hodnoty v oblasti produkce škodlivých emisí – především CO₂.

Dosažením vstupních hodnot do metody TOPSIS byla jak v oblasti přímé SND, tak v oblasti nedoprovázené KP (při přepravě výměnných nástaveb) určena jako optimální souprava typu ETT. V případě, že by nasazení souprav ETT nebylo možné vzhledem k jejich délce, či celkové hmotnosti, byly by v obou případech jako optimální určeny soupravy typu EMS.

V oblasti přepravy IPJ autor záměrně zvolil výpočty pro výměnné nástavby řady C 745, protože chtěl demonstrovat vliv rozměrů těchto IPJ na skladbu vozidel v soupravě. Konkrétně šlo o nutnost využívat u *návěsových souprav, souprav EMS a souprav ETT* sedlový návěs Eurotrailer s délkou 14,9 metru. To vede k prodloužení těchto souprav o cca 1,3 metru.

Pokud by autor zvolil přepravu kontejnerů ISO 1C, nebylo by třeba v návěsových soupravách, soupravách EMS a soupravách ETT sedlový návěs Eurotrailer používat. Zejména efekt z použití soupravy „tahač + sedlový návěs Eurotrailer“ by byl, v porovnání se standardní návěsovou nebo přívěsovou soupravou, nulový.

Při zohlednění faktu, že by soupravy pro přepravu IPJ měly být univerzální, lze doporučit **využívání sedlových návěsů s teleskopickým rámem**, které umožňují jak přepravu kontejnerů ISO (zejm. 1A, 1C), tak například výměnných nástaveb řady C 745 díky roztažitelnému rámu návěsu.

ZÁVĚR

V analytické části disertační práce, v kapitole 1, bylo zjištěno, že literatura zabývající se logistikou řeší používaná silniční nákladní vozidla a soupravy jen velmi sporadicky. **Silniční nákladní vozidla a soupravy jsou řešeny především v literatuře, která se věnuje silničním dopravním prostředkům** často bez souvislosti s využitím těchto vozidel/souprav v logistických přepravních systémech. Z tohoto důvodu autor v kapitole 1.3 předkládá základní charakteristiky silničních vozidel/souprav – jak standardních, tak s nestandardní délkou – používaných v logistických přepravních systémech v zahraničí (zejm. Švédsko, Nizozemsko, SRN, Velká Británie) i v ČR. Analýza těchto vozidel/souprav je důležitým podkladem pro návrhovou část disertační práce.

Z provedené analýzy byly vyvozeny závěry, ze kterých vyplynul cíl disertační práce. Autor tento cíl zformuloval v kapitole 2. V kapitole 3 byly charakterizovány **vědecké metody, které autor využil.** Jednalo se především metody *teorie systémů, operačního výzkumu a teorie rozhodování*. Tyto metody autor využil jak v teoretickém návrhu řešení (v kapitole 4), tak v aplikaci teoretického návrhu řešení (v kapitole 5).

V teoretické návrhové části disertační práce (kapitola 4) autor předkládá návrh metodiky implementace kapacitních silničních nákladních souprav do logistických přepravních systémů ve dvou segmentech přeprav. Za prvé v segmentu přímé SND a za druhé v segmentu nedoprovázené KP – přepravy výměnných nástaveb v rámci atrakčního obvodu (multimodálního) logistického centra. Navržená metodika podrobně definuje jednotlivé postupové kroky implementace. Autor rovněž předkládá vývojový diagram navržené metodiky. **Aplikační část návrhů (kapitola 5) se zaměřuje na aplikaci matematicky kvantifikovatelných kroků navržené metodiky.** Výstupem z aplikačního návrhu disertační práce je určení optimální silniční nákladní soupravy:

- v provedení *valník s plachtou*, určenou k přímé SND mezi logistickými centry;
- v provedení *nosič IPJ*, určenou ke svozu/rozvozu IPJ v rámci atrakčního obvodu logistického centra.

Ve vazbě na vyslovené hypotézy na straně 47, autor na základě výsledků aplikačního návrhu v kapitole 5 došel k tomuto závěru:

- hypotéza **H1** byla *vyvrácena*;
- hypotéza **H2** byla *potvrzena*.

Přínosem disertační práce je:

- 1) analýza silničních nákladních vozidel a souprav používaných v logistických přepravních systémech – jak v přímé SND, tak v nedoprovázené KP (v zahraničí i v ČR):
 - a) standardních vozidel a souprav,
 - b) souprav s nestandardní délkou;
- 2) **vlastní návrh metodiky implementace kapacitních silničních nákladních souprav do logistických přepravních systémů**, která je aplikovatelná:
 - a) pro ČR i pro jiné státy EU,
 - b) pro soupravy určené k přímé SND i pro soupravy určené pro nedoprovázenou KP;
- 3) **komplexní zpracování problematiky kapacitních souprav, které je v ČR jedinečné a může být vhodným podkladem například pro orgány státní správy a samosprávy při rozhodování o povolení provozu těchto souprav;**
- 4) autorem navržená metodika je zpracována s vazbou na aktuálně platné právní předpisy jak ČR, tak EU a je tedy přímo aplikovatelná i v jiných státech EU.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] TOMAN, I. Rychlostní silnice R35. In *Budoucnost rychlostní silnice R35 a letiště v Pardubicích*, Pardubice, 2010, ISBN není.
- [2] *Směrnice Rady 96/53/ES*, kterou se pro určitá silniční vozidla provozovaná v rámci Společenství stanoví maximální přípustné rozměry pro vnitrostátní a mezinárodní provoz a maximální přípustné hmotnosti pro mezinárodní provoz. [online]. [cit. 2010-01-10]. Dostupné z: <[http://isap.vlada.cz/kopie/revize.nsf/616d10fff7882e6bc1256dc7002e1b63/ad16f61cd1094c30c1257276003449d3/\\$FILE/31996L0053.pdf](http://isap.vlada.cz/kopie/revize.nsf/616d10fff7882e6bc1256dc7002e1b63/ad16f61cd1094c30c1257276003449d3/$FILE/31996L0053.pdf)>.
- [3] CVENGROŠ, S. Sympóziium o bezpečnosti v dopravě. In *Trucker*, číslo: 1, Praha: Business Media CZ, s.r.o. Praha, 2010, ISSN: 1335-5431.
- [4] *Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb.*, o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. [online]. [cit. 2010-01-10]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/39735AA2-912B-45E4-A6B0-6B4EBE21BE74/0/341_posl.pdf>.
- [5] *Smernica Rady 96/53/ES*, ktorou sa v spoločenstve stanovujú najväčšie prípustné rozmery niektorých vozidiel vo vnútroštátnej a medzinárodnej cestnej doprave a maximálna povolená hmotnosť v medzinárodnej cestnej doprave. [online]. [cit. 2010-01-10]. Dostupné z: <<http://www.telecom.gov.sk/externe/legeu/vozidla/96-0053kon.pdf>>.
- [6] *Regulation (EC) No 561/2006*, of the European Parliament and of the Council, on the harmonisation of certain social legislation relating to road. [online]. [cit. 2010-01-10]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:102:0001:0013:EN:PDF>>.
- [7] *Directive 96/53/EC*, laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. [online]. c2010 [cit. 2010-01-10]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?pos=2&hwords=&page=1&lang=en&pgs=10&nbl=4&list=324347:cs,344400:cs,343752:cs,344522:cs>>.
- [8] *EUR-Lex – přístup k právu Evropské unie*. [online]. c2010 [cit. 2010-01-14]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/cs/index.htm>>.
- [9] *Portál veřejné správy České republiky*. [online]. c2010 [cit. 2010-01-14]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/6966/place>.
- [10] *Zákon č. 56/2001 Sb.*, o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. [online]. c2010 [cit. 2010-01-14]. Dostupné z: <<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01056&cd=76&typ=r>>.
- [11] KLEPRLÍK, J. Právní předpisy EU z oblasti silniční dopravy. In *Doprava*, číslo: 1, Praha: Ministerstvo dopravy, Praha, 2008, ISSN:0012-5520.
- [12] KLEPRLÍK, J. Stav právních předpisů v silniční dopravě v ČR. In *Doprava*, číslo: 5, Praha: Ministerstvo dopravy, Praha, 2007, ISSN:0012-5520.

- [13] BOŽIČNIK, S. Needed Innovations in Intermodal Rail Freight Transport. In *Towards a Rail Network Giving Priority to Freight*. Maribor, 2004. [cit. 2010-01-20]. ISBN není.
- [14] *Kategorie silničních vozidel podle EHK*. [online]. [cit. 2010-01-20]. Dostupné z: <<http://fs1.vsb.cz/~ric69/DoProPdf/KapII.pdf>>.
- [15] *Das Konzept Eurotrailer – der Kögel Big Mega-MAXX*. [online]. [cit. 2010-01-20]. Dostupné z: <http://www.koegel.com/fileadmin/user_upload/Prospekte/100-3016-DE_Big_MAXX_Praesent_dt.pdf>.
- [16] *Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů*. [online]. c2010 [cit. 2010-01-20]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?kam=zakon&c=111/1994>.
- [17] *Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě*. [online]. c2010 [cit. 2010-01-20]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701kam=zakon&c=478/2000>.
- [18] *Nářízení Rady (EHS) č. 3821/85, o záznamovém zařízení v silniční dopravě*. [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/8245152B-C40B-4E9D-A606-3BFA701E4E77/0/382185novelizovanezneni.pdf>>.
- [19] *Nářízení Rady (EHS) č. 3820/85, o harmonizaci určitých sociálních právních předpisů v silniční dopravě*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31985R3820:CS:HTML>>.
- [20] RATHOUSKÝ, B. Progresivní silniční dopravní prostředky v logistických řetězcích. In *Perner's Contacts*, 29.5.2009, Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Pardubice 2009, ISSN: 1801-674X.
- [21] *Comextrans*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.comextrans.sk>>.
- [22] *Emons Cargo*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.emonscargo.com>>.
- [23] *Zeyer Trans*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.zeyer.de>>.
- [24] *Fraikin Spedition*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.fraikin.co.uk>>.
- [25] *Van Eck* [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.vaneckgroup.nl>>.
- [26] *Kögel Big-MAXX*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.koegel.com/index.php?id=44>>.
- [27] ŠIROKÝ, J. Inovativní systémy silničních vozidel ve vnitrozemské kombinované přepravě. in *Perner's Contacts*, 30.11.2009, Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Pardubice 2009, ISSN: 1801-674X.
- [28] LEPISTO, Ch. *Gigaliner Transport on German Autobahn*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.treeguger.com>>.

- [29] RATHOUSKÝ, B. Dlouhé a těžké soupravy. in *Trucker*, číslo: 11, Praha: Business Media CZ, s.r.o. Praha, 2008, ISSN 1335-5431.
- [30] GIBSON, K. *Sun Drives New 83ft Super Truck*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.thesun.co.uk/sol/homepage/motors/article515728.ece>>.
- [31] HARRIS, D. *European Row Over LHV MegaTruck Congestion*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.roadtransport.com/Articles/2007/08/13/128109/European-row-over-LHV-39megatruck39-congestion.htm>>.
- [32] *No Mega Trucks*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.nomegatrucks.eu/the-facts>>.
- [33] RATHOUSKÝ, B. Silniční nákladní soupravy Eurokombi. in *Logistika*, číslo: 5, Praha: Economia, a.s. Praha, 2008, ISSN 1211-0957.
- [34] LUNDGREN, S. *Volvo R&D Solutions for Improving Performance of HGVs*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.internationaltransportforum.org>>.
- [35] *Volvo Trucks – One More Pile*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.youtube.com/watch?v=oCv0YRkRXjI&feature=related>>.
- [36] *Monster Swedish Logging Trucks*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.roadtransport.com/blogs/big-lorry-blog/2008/12/monster-swedish-logging-trucks.html>>.
- [37] BERTILLSON, A.; OLSSON C. *The Road to Intermodal Transport*. [online]. c2010 [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.essays.se/essay/47b0661066>>.
- [38] VACEK, R. *Nejdelší souprava v ČR představená v NYK Logistics v Kolíně*. [online]. [cit. 2010-02-26]. Dostupné z: <<http://www.adr-online.cz/upload/file/OI/NYK%20Logistics%20predstavuje%20modularni%20soupravu.pdf>>.
- [39] KUBASÁKOVÁ, I.; ŠULGAN, M. Služby logistických centier na Slovensku. in *Logi 2009*, s. 72-75. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [40] KRÁSENSKÝ, D.; ŠIROKÝ, J. Podpora činnosti sítě logistických center pro kombinovanou přepravu při orientaci na páteřní železniční dopravu. in *Logi 2009*, s. 76-84. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [41] BARČIAKOVÁ, M.; RAŽDÍK, J. Kritériá na výber vhodného umestnenia logistického centra. in *Logi 2009*, s. 95-99. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [42] RATHOUSKÝ, B. Dvoupodlažní silniční nákladní vozidla. in *Logi 2009*, s. 165-172. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [43] GAŠPARÍK, J.; MEŠKO, P. Podpora vytvárania logistických reťazcov so začlenením nákladnej železničnej dopravy. in *Logi 2009*, s. 186-190. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [44] JAŠEK, O. Trh železniční nákladní dopravy. in *Logi 2009*, s. 281-287. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [45] CEMPÍREK, V. Logistické centrum Brémy. in *Logi 2009*, s. 292-307. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.

- [46] RATHOUSKÝ, B. EuroCombi – The European RoadTrains. in *6th Conference of European Students of Traffic and Transportation Sciences 2008*, s. 103-105. Žilina: University of Žilina. Žilina 2008, ISBN: 978-80-8070-896-6.
- [47] *Zákon č. 361/2000 Sb.*, o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. [online]. c2010 [cit. 2010-08-01]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?kam=zakon&c=361/2000>.
- [48] BUKOVÁ, B.; MENDROŠOVÁ, K. Vývoj a súčasný stav logistických centier a priemyselných parkov na Slovensku. in *Logistická centra 2008*, s. 49-56. Brno: Tribune EU s.r.o. Brno 2008, ISBN: 978-80-7399-603-1.
- [49] TREBUŇA, P. Aspekty synergie logistiky, skladovania a prepravy na Slovensku. in *Logistická centra 2008*, s. 130-137. Brno: Tribune EU s.r.o. Brno 2008, ISBN: 978-80-7399-603-1.
- [50] LIŽBETINOVÁ, L. Outsourcing dopravných a logistických služieb – Intermodálne logistické centrá. in *Logistická centra 2008*, s. 144-148. Brno: Tribune EU s.r.o. Brno 2008, ISBN: 978-80-7399-603-1.
- [51] SEDMIDUBSKÝ, V. Strategie podpory logistiky z veřejných zdrojů v ČR. in *Logi 2009*, s. 194-200. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [52] ŠENEKL, R. Trendy vývoje zapojení železnice do logistických řetězců. in *Logi 2009*, s. 244-263. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN: 978-80-7399-893-6.
- [53] KAMPF, R. aj. *Benchmarking pro logistická centra*. Brno: Tribun EU s.r.o. Brno 2009, ISBN 978-80-7399-900-1.
- [54] JEŽEK, J. Dopravní externality vyplývající z činnosti veřejných logistických center. in *Logistická centra 2008*, s. 22-31. Brno: Tribune EU s.r.o. Brno 2008, ISBN: 978-80-7399-603-1.
- [55] *Zákon č. 13/1997 Sb.*, o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. [online]. c2010 [cit. 2010-08-01]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?kam=zakon&c=13/1997>.
- [56] HRUŠKA, R. Logistic Centre – 21st Century. in *Logistická centra 2008*, s. 209-213. Brno: Tribune EU s.r.o. Brno 2008, ISBN: 978-80-7399-603-1.
- [57] CEMPÍREK, V. Logistická centra – lokačně alokační úloha. in *Logistická centra 2008*, s. 214-225. Brno: Tribune EU s.r.o. Brno 2008, ISBN: 978-80-7399-603-1.
- [58] NOVÁK, J. *Kombinovaná přeprava*. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s. Pardubice 2006, ISBN 80-86530-32-9.
- [59] CEMPÍREK, V.; KAMPF, R.; ŠIROKÝ, J.; SLIVONĚ, M. *Logistické a přepravní technologie*. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s. Pardubice 2009, ISBN 978-80-86530-57-4.
- [60] *ČSN 018500: Základní názvosloví v dopravě*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-01]. Dostupné z: <<http://shop.normy.biz/d.php?k=24280>>.
- [61] ŠIROKÝ, J. et al. *Transport Technology and Control*. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s. Pardubice 2009, ISBN 978-80-86530-55-0.
- [62] ČERNÁ, A.; ČERNÝ, J. *Teorie řízení a rozhodování v systémech*. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s. Pardubice 2004, ISBN 80-86530-15-9.

- [63] CENEK, P. Univerzální model dopravního systému. In *Perner's Contacts*, 15.12.2008, s. 44-50. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Pardubice 2008, ISSN: 1801-674X.
- [64] ČSN 300026: *Základní automobilové názvosloví. Rozměry vozidel. Definice základních pojmů*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-01]. Dostupné z: <<http://shop.normy.biz/d.php?k=6491>>.
- [65] *Logistics Centre Ljubljana and Novo Mesto*. [online]. c2010 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z: <<http://www.logisticni-center.si/eng/vsebina.php?idm=303>>.
- [66] *Scania – Image Bank*: „Scania R 730 6x2 rear-steer woodchip transport with trailer“. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <http://imagebank.scania.com/pic_e/10674-003.jpg>.
- [67] FÁBIÁN, Z. *Short Introduction of BILK Kombiterminál Co. Ltd.* [online]. [cit. 2010-04-01]. Dostupné z: <<http://www.unece.org/trans/wp24/wp24-presentations/documents/Fabian.pdf>>.
- [68] *Scania – Image Bank*. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://imagebank.scania.com/indexie.jsp>>.
- [69] *Scania – Image Bank*: „Scania R 560 8x4*4 heavy-duty tipper with trailer“. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://imagebank.scania.com/detailinf.jsp?Name=10205-083>>.
- [70] *Scania – Image Bank*: „Scania R 730 6x4 Highline timber truck with trailer“. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://imagebank.scania.com/detailinf.jsp?Name=10151-049>>.
- [71] *Scania – Chasis Dimensions*. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://bodybuilder.scania.com/sdd/0/TRACTORS/MESUCAL/CHADIM.pdf>>.
- [72] *TTV Hlaváček*. [online]. c2010 [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://www.ttvtransport.cz/photogallery.php>>.
- [73] *LKW-Infos*. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://www.lkw-infos.eu/speditionen/images/g/goedecke/teil-01/Goedecke%20Teil%201/slides/Scania-114-L-340-Goedecke-Schiffner-131107-01.html>>.
- [74] *LKW-Infos*. [online]. [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://www.lkw-infos.eu/speditionen/images/g/goes/teil-01/GOES%20Teil%201/slides/MAN-TGA-26430-XX-L-D20-Goes-090508-02.html>>.
- [75] *ORTEN Fahrzeugebau*. [online]. c2010 [cit. 2011-02-06]. Dostupné z: <<http://www.orten.com/aufbausysteme.htm>>.
- [76] *IGD – The Food and Grocery Experts*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-15]. Dostupné z: <<http://www.igd.com/index.asp?id=0>>.
- [77] *Ewlas Cargo Care*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-16]. Dostupné z: <<http://www.ewals.cz/cz/galerie/dvojpodlazni-naves.html?s=6>>.
- [78] *Van Eck Group*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-16]. Dostupné z: <http://www.vaneckgroup.nl/Nieuws/Foto_E.htm>.
- [79] *Technical Trials 2008 Report*. [online]. [cit. 2010-08-16]. Dostupné z: <http://www.btac.org.uk/trials/2008_FEATE_Report.pdf>.

- [80] *SOMI Trailers*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-17]. Dostupné z: <<http://www.somi-trailers.com/en/trailers.html>>.
- [81] *Big Lorry Blog*. [online]. [cit. 2010-08-17]. Dostupné z: <<http://www.roadtransport.com/blogs/big-lorry-blog/trailers/>>.
- [82] *Flicker*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-17]. Dostupné z: <<http://www.flickr.com/photos/35885980@N03/5401164785/in/photostream/#/>>.
- [83] *Kögel*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-20]. Dostupné z: <<http://www.koegel-trailer.com/en/press/press-photos.html>>.
- [84] *Návěs Big-MAXX už jezdí i v Polsku*. [online]. c2010 [cit. 2010-08-20]. Dostupné z: <<http://www.transportonline.cz/archiv/naves-big-maxx-uz-jezdi-i-v-polsku/>>.
- [85] *Longer semi-trailers in the UK?* [online]. [cit. 2010-11-25]. Dostupné z: <<http://www.roadtransport.com/blogs/big-lorry-blog/2010/10/-in-case-youve-been.html>>.
- [86] *DENBY*. [online]. c2010 [cit. 2010-11-25]. Dostupné z: <<http://www.denbytransport.co.uk/>>.
- [87] *Silvertip Design*. [online]. c2010 [cit. 2010-11-25]. Dostupné z: <<http://www.silvertipdesign.com/>>.
- [88] *Longer vehicles turned down*. [online]. c2010 [cit. 2010-11-26]. Dostupné z: <<http://www.worldcargonews.com/htm/n20060325.878540.htm>>.
- [89] AKERMAN, I.; JONSSON, R. *European Modular System for road freight transport – experiences and possibilities*. [online]. [cit. 2010-11-26]. Dostupné z: <http://www.modularsystem.eu/download/facts_and_figures/20080522att01.pdf>.
- [90] EHRNING, U. *Transport in Change*. [online]. c2010 [cit. 2010-11-30]. Dostupné z: <<http://www.silvertipdesign.com/Transport%20development.pdf>>.
- [91] *Volvo Truck – Transport efficiency improvements require better coordination*. [online]. c2010 [cit. 2010-11-30]. Dostupné z: <<http://www.allbusiness.com/transportation/road-transportation-trucking/15157471-1.html>>.
- [92] GREYER, D. *Volvo Logistics' Views on EU Action Plan on Freight Logistics*. [online]. [cit. 2010-11-30]. Dostupné z: <http://www.autoandsociety.com/images/filelib/presentation_geyer3_130.pdf?PHPSESSID=1478083d1797c33ff524cecea11f6153>.
- [93] BACKMAN, H.; NORDSTROM, R. *Improved Performance of European Long Haulage Transport*. [online]. [cit. 2010-11-30]. Dostupné z: <http://www.modularsystem.eu/download/facts_and_figures/final_report_extra.pdf>.
- [94] *Hank's Truck Pictures*. [online]. [cit. 2010-11-30]. Dostupné z: <http://www.hankstruckpictures.com/martin_hippard_trailers_01.html>.
- [95] *Hank's Truck Pictures*. [online]. [cit. 2010-12-01]. Dostupné z: <http://www.hanks-truckpictures.com/martin_hippard_truck_trailers.html>.
- [96] *European Modular System*. [online]. c2010 [cit. 2010-12-01]. Dostupné z: <<http://www.modularsystem.eu/>>.
- [97] *KRONE: Wir transportieren Zukunft*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <http://nutzfahrzeuge.krone.de/nfz_images/pdf/pi/de/pritschensattelaufliieger_de.pdf>

- [98] *Krone – Gigaliner Bilder*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <http://nutzfahrzeuge.krone.de/de/index/index.php?section=gigaliner_pics>.
- [99] *LZV-TrICS*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=GFX1vgbC_aA>.
- [100] *DENBY Eco-link*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <<http://www.youtube.com/watch?v=lairKr1Nf0Q&NR=1>>.
- [101] *Västerbottens-Kuriren*. [online]. c2010 [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <http://www.vk.se/bildspel_nara.jsp>.
- [102] *Big-MAXX now available in Poland*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <<http://www.roadtransport.com/blogs/big-lorry-blog/2009/07/big-maxx-now-available-in-pola.html>>.
- [103] HŘEBÍČEK, J. *Modelování soft (měkkých) systémů*. [online]. c2010 [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <<http://www.iba.muni.cz>>.
- [104] *Metodické a systémové zásady zpracování sektorových operačních programů – SWOT analýza*. [online]. c2010 [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <<http://www.dhv.cz>>.
- [105] LACKO, B. *Systémový přístup*. [online]. [cit. 2010-12-05]. Dostupné z: <http://lacko.otw.cz/eseje/Systemovy_pristup.doc.pdf>.
- [106] *Systém multimediální elektronické publikace. Vícekriteriální rozhodování*. [online]. [cit. 2010-12-06]. Dostupné z: <http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=79>.
- [107] DVORÁK, J. *Složité rozhodovací úlohy*. [online]. [cit. 2010-12-06]. Dostupné z: <[http://www.uai.fme.vutbr.cz/~jdvorak/vyuka/tsoa/PredO12.ppt#257,1,Složité rozhodovací úlohy](http://www.uai.fme.vutbr.cz/~jdvorak/vyuka/tsoa/PredO12.ppt#257,1,Složité%20rozhodovací%20úlohy)>.
- [108] *Zvýšení sazeb mýtného od 1. ledna 2011*. [online]. c2010 [cit. 2011-01-14]. Dostupné z: <<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/doprava/zvyseni-sazeb-mytneho-od-1-1-2011/1000470/59243/>>.
- [109] AURELL, J.; WADMAN, T. *Vehicle combinations based on modular concept – background and analysis*. [online]. c2010 [cit. 2010-12-06]. Dostupné z: <http://www.modularsystem.eu/download/facts_and_figures/20080522att02.pdf>.
- [110] *SKOGFORSK: „ETT – modularsystem för skogstransporter“*. [online]. [cit. 2010-12-10]. Dostupné z: <<http://www.skogforsk.se/PageFiles/57854/Arbetsrapport%20723-2010.pdf>>.
- [111] *ČSN ISO 5807:1996: „Zpracování informací; Dokumentační symboly a konvence pro vývojové diagramy toku dat, programu a systému, síťové diagramy programu a diagramy zdrojů systému“*. [online]. Poslední aktualizace 10.12.2010 [cit. 2011-01-02]. Dostupné z: <<http://shop.normy.biz/d.php?k=18290>>.
- [112] *GLAMOUR, a.s.* [online]. c2009 [cit. 2011-01-02]. Dostupné z: <<http://blog.glamour.as/2010/01/europaleta.html>>.
- [113] *Palfinger Bermüller GmbH: „der Mobiler“*. [online]. [cit. 2011-01-02]. Dostupné z: <http://www.mobiler.de/archiv/Mobiler_2003_de.pdf>.

- [114] CHILDS, C. *What's the Problem? Find out using CATWOE*. [online]. c2011 [cit. 2011-01-03]. Dostupné z: <<http://www.lifehack.org/articles/management/whats-the-problem-find-out-using-catwoe.html>>.
- [115] *Měkká systémová metodologie*. [online]. [cit. 2011-01-03]. Dostupné z: <http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=78&idkapitola=6>.
- [116] *Calculating Estimated Carbon Dioxide Emissions*. [online]. Poslední revize 20.4.2009 [cit. 2011-01-10]. Dostupné z: <<http://oee.nrcan.gc.ca/publications/transportation/fuel-guide/2007/calculating-co2.cfm?attr=8>>.
- [117] *Kurzy.cz*. [online]. c2011 [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: <<http://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/>>.
- [118] *SWOT*. [online]. Poslední revize 5.11.2010 [cit. 2011-01-15]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT>>.
- [119] FRIEBELOVÁ, J. *Vícekritériální rozhodování za jistoty*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/prednasky_komplet/skriptaRM_vicekriterialni.pdf>.
- [120] HORSKÝ, O. První v „severském“ formátu. in *Scania zpravodaj*, číslo: 2, Rudná u Prahy: Scania Czech Republic s.r.o. Rudná u Prahy, 2009, ISSN není.
- [121] *Mapy.cz*. [online]. c2010 [cit. 2011-02-20]. Dostupné z: <<http://www.mapy.cz/#mm=ZTtTcP@x=134996992@y=135985664@z=11>>.
- [122] *KRONE: Produktinfos*. [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupné z: <http://nutzfahrzeuge.krone.de/de/index/dl_pdf.html>.
- [123] LÖFROTH, C., SVENSSON, G. *Two Years with ETT*. [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupné z: <pnt.volvo.com/pntclient/loadAttachment.aspx?id=13010>.
- [124] *Mobiler Logistik – innovative transport logistics*. [online]. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://www.railcargo.at/en/Logistics_services/Intermodal/Mobiler/Downloads/08_MOBILER_Verkaufsuntersttzung_englisch.pdf>.
- [125] *MLS – Mobil Logistik Service*. [online]. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://www.mls-online.de/de/service/wissenswertes/wissenswertes-ueber-bdf-wechselsysteme.html>>.
- [126] *Semi-trailer Truck*. [online]. c2011 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://www.ask.com/wiki/Semi-trailer_truck>.
- [127] *Eurocombi*. [online]. Poslední revize 9.3.2011 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://de.wikipedia.org/wiki/EuroCombi>>.
- [128] *LZV, Ökoliner, Gigaliner, usw.* [online]. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://320119.forumromanum.com/member/forum/entry_ubb.user_320119.1171716030.1108372168.1108372168.1.lzv_oekoliner_gigaliner_usw-truckspotter_de_lkw.html>.
- [129] *EcoCombi*. [online]. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://www.ecocombi.eu/>>.
- [130] *TTM.nl*. [online]. [cit. 2011-03-21]. Dostupné z: <<http://www.ttm.nl/ttmarchief/id2392-trics-lzv-net-zo-wendbaar-als-gewone-enkele-oplegger.html>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Čtyřnápravový nákladní automobil s čtyřnápravovým přívěsem.....	15
Obr. 2 Tahač s návěsem a tandemovým přívěsem	20
Obr. 3 Nákladní automobil s podvozkem dolly a vertikálně manipulovatelným návěsem.....	20
Obr. 4 Příklad variability druhé podlahy v nákladním automobilu.....	23
Obr. 5 Nákladní automobil s točnicovým přívěsem.....	23
Obr. 6 Nákladní automobil s tandemovým přívěsem běžné stavby	23
Obr. 7 Tahač s návěsem běžné stavby.....	24
Obr. 8 Tahač s návěsem typu Jumbo.....	24
Obr. 9 Tahače s návěsy speciální stavby	25
Obr. 10 Nákladní automobily s tandemovými přívěsy speciální stavby	26
Obr. 11 Tahač s návěsem Paneltex.....	26
Obr. 12 Tahač s návěsem Eurotrailer pro přepravu výměnných nástaveb	28
Obr. 13 Tahač s návěsem SCM	29
Obr. 14 Hmotnostně orientovaná souprava EMS.....	31
Obr. 15 Točnicový podvozek dolly s říditelnou první nápravou.....	31
Obr. 16 Nakládková souprava En Trave Till	33
Obr. 17 Význam značek používaných ve vývojových diagramech v disertační práci.....	54
Obr. 18 Vývojový diagram navrhované metodiky	58
Obr. 19 Vývojový diagram metodiky volby páteřního druhu dopravy	63
Obr. 20 Matice SWOT analýzy	92
Obr. 21 Princip stanovení vah kritérií pomocí Fullerova trojúhelníku	96
Obr. 22 Princip navýšení počtu všech četností o jednu.....	97
Obr. 23 Obecný tvar kritériální matice.....	97
Obr. 24 Úsek silnice II/328 využívaný soupravami EMS.....	104
Obr. 25 Hodnoty ukazatele LPC _{plt} pro valníkové soupravy	124
Obr. 26 Hodnoty ukazatele LPTKM pro nosiče IPJ.....	129
Obr. 27 Váhy kritérií pro valníkové soupravy.....	132
Obr. 28 Horizontální překladač Mobiler	137
Obr. 29 Výměnná nástavba řady C 745.....	137
Obr. 30 Váhy kritérií pro nosiče IPJ.....	138

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Vybrané limity rozměrů a hmotností vozidel podle Nařízení 96/53/ES	14
Tab. 2	Jednotky zvolených technologických ukazatelů	52
Tab. 3	Souhrnné informace ke zvoleným metodám řešení	53
Tab. 4	Technicko-přepravní charakteristiky valníkových souprav	121
Tab. 5	Úspory počtu jízd	122
Tab. 6	Úspory nákladů na mýtné.....	123
Tab. 7	Počet litrů paliva připadající na jednu přepravenou paletu	123
Tab. 8	Hmotnost vyprodukovaného CO ₂ připadající na jednu přepravenou paletu.....	125
Tab. 9	Technické charakteristiky nosičů IPJ	125
Tab. 10	Technicko-přepravní charakteristiky výměnné nástavby C 745	126
Tab. 11	Úspory počtu jízd	126
Tab. 12	Úspory nákladů na palivo.....	127
Tab. 13	Úspory nákladů na mýtné.....	128
Tab. 14	Počet litrů paliva připadající na jeden tunokilometr	129
Tab. 15	Kriteriální matice pro valníkové soupravy.....	133
Tab. 16	Maximalizační matice pro valníkové soupravy.....	133
Tab. 17	Normalizovaná kriteriální matice pro valníkové soupravy	133
Tab. 18	Vážená kriteriální matice pro valníkové soupravy.....	134
Tab. 19	Maximální a minimální hodnoty kritérií pro valníkové soupravy	134
Tab. 20	Matice vzdáleností od ideální a od bazální varianty pro valníkové soupravy.....	134
Tab. 21	Ukazatel relativní vzdálenosti od bazální varianty pro valníkové soupravy.....	135
Tab. 22	Sestupné pořadí variant valníkových souprav.....	135
Tab. 23	Kriteriální matice pro nosiče IPJ	138
Tab. 24	Maximalizační matice pro nosiče IPJ.....	139
Tab. 25	Normalizovaná kriteriální matice pro nosiče IPJ	139
Tab. 26	Vážená kriteriální matice pro nosiče IPJ	139
Tab. 27	Maximální a minimální hodnoty kritérií pro nosiče IPJ.....	140
Tab. 28	Matice vzdáleností od ideální a od bazální varianty pro nosiče IPJ.....	140
Tab. 29	Ukazatel relativní vzdálenosti od bazální varianty pro nosiče IPJ.....	140
Tab. 30	Sestupné pořadí variant nosičů IPJ.....	141

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Sedlový návěs Eurotrailer

Příloha č. 2 Soupravy EMS

Příloha č. 3 Soupravy LZV Tr-ISC a Eco-Link

PUBLIKAČNÍ ČINNOST K TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE

Článek v odborném periodiku

- [1] KLEPRLÍK, J., RATHOUSKÝ, B., BEČIČKOVÁ, M. The Usage of Multicriterial Analysis for Determining Priorities and the Evaluation in Transport. *Scientific Papers of the University of Pardubice, Series B, The Jan Perner Transport Faculty*, 2009, roč. 2008, č. 14, s. 159-168.
- [2] RATHOUSKÝ, B. Progresivní silniční dopravní prostředky v logistických řetězcích. *Perner's Contacts*, 2009, roč. 4, č. 5, s. 175-188.
- [3] RATHOUSKÝ, B., CEMPÍREK, V. Užítková vozidla pro logistiku. *Logistika*, 2009, roč. 15, č. 5, s. 40-42.
- [4] RATHOUSKÝ, B. Pracovní režim řidičů II. *Trucker*, 2009, roč. 19, č. 2, s. 52-53.
- [5] RATHOUSKÝ, B. Kombinovaná přeprava. *Trucker*, 2009, roč. 19, č. 4, s. 52-54.
- [6] RATHOUSKÝ, B. Kombinovaná přeprava II. *Trucker*, 2009, roč. 19, č. 5, s. 48-50.
- [7] RATHOUSKÝ, B. Kombinovaná přeprava III. *Trucker*, 2009, roč. 19, č. 10, s. 50-51.
- [8] RATHOUSKÝ, B.; ŠIROKÝ, J. Lovosice up to Speed. *World Cargo News*, 2008, roč. 15, č. 2, s. 38.
- [9] RATHOUSKÝ, B. Pracovní režim řidičů. *Trucker*, 2008, roč. 18, č. 11, s. 22-23.
- [10] RATHOUSKÝ, B. Dlouhé a těžké soupravy. *Trucker*, 2008, roč. 18, č. 11, s. 24-25.
- [11] RATHOUSKÝ, B. Silniční nákladní soupravy Eurokombi. *Trucker*, 2008, roč. 18, č. 7, s. 28-30.

Článek ve sborníku

- [1] RATHOUSKÝ, B. Dvoupodlažní nákladní vozidla. In *LOGI 2009*. Brno : Tribun EU, 2009, s. 165-172. ISBN 978-80-7399-893-6.
- [2] RATHOUSKÝ, B., CEMPÍREK, V. Moderní prvky aktivní bezpečnosti ve vozidlech. In *Road Safety of Lives in Europe*. Praha : Technologies and prosperity, 2009, s. 10-18. ISBN 978-80-87205-06-8.
- [3] RATHOUSKÝ, B. EuroCombi - The European RoadTrains. In *6th Conference of European Students of Traffic and Transportation Sciences*. Žilina : Žilinská univerzita, 2008, s. 103-105. ISBN 978-80-8070-869-6.
- [4] RATHOUSKÝ, B. Logistické soupravy Eurokombi. In *CZ Intermodal 2008*. Pardubice : Institut Jana Pernera, o.p.s., 2008, s. 70-73. ISBN 978-80-86530-48-2.

OSTATNÍ PUBLIKAČNÍ ČINNOST

Monografie

- [1] ŠIROKÝ, J., CEMPÍREK, V., NACHTIGALL, P., RATHOUSKÝ, B., ZEMAN, A., GAŠPARÍK, J., NEDELIÁKOVÁ, E., CÍSAŘOVÁ, H. *Transport Technology and Control*. Pardubice : Institut Jana Pernera, o.p.s., 2009. 198 s. ISBN 978-80-86530-55-0.
- [2] ŽEMLIČKA, Z., ČÁP, J., DRDLA, P., RATHOUSKÝ, B., KAMPF, R., KAMPF, R., MORKUS, J., VONKA, J. *Doprava a přeprava - 2. díl*. Praha : Nadatur, 2010. 207 s. ISBN 978-80-7270-036-3.

Článek v odborném periodiku

- [1] SLIVONĚ, M., RATHOUSKÝ, B., CÍSAŘOVÁ, H., ŠIROKÝ, J. GA-GED VR: software pro Sestavu okružních jízd. *Perner's Contacts*, 2010, roč. 5, č. III., s. 305-314.
- [2] RATHOUSKÝ, B. The Role of Fleet Controlling in Logistics. *Archives of Transport System Telematics*, 2010, roč. 3, č. 4, s. 42-46.
- [3] RATHOUSKÝ, B., CEMPÍREK, V., ŠIROKÝ, J., NACHTIGALL, P. Ekonomické dopady zákazů jízd. *Logistika*, 2008, roč. 13, č. 10, s. 34-35.
- [4] RATHOUSKÝ, B. Ekologizace silniční dopavy. *Trucker*, 2008, roč. 18, č. 12, s. 26-27.

Článek ve sborníku

- [1] CEMPÍREK, V., ŠIROKÝ, J., RATHOUSKÝ, B. Bezpečnost přepravy zásilek v logistickém řetězci. In *Sborník přednášek NavAge '08*. Praha : WIRELESSCOM, s.r.o., 2008, s. 1-20. ISBN 978-80-87205-00-6.
- [2] CEMPÍREK, V., RATHOUSKÝ, B. Telematické systémy v logistických distribučních systémech. In *Telematika pro regionální dopravu 2009*. Brno : KPM Consult, a.s., 2009, s. 25-30. ISBN 978-80-87320-08-2.
- [3] RATHOUSKÝ, B., CEMPÍREK, V. Systémy pro snížení ekologických dopadů silniční dopavy. In *ITS Prague 09*. Praha : Technologies and prosperity, 2009, s. 10-14. ISBN 978-80-87205-05-1.
- [4] RATHOUSKÝ, B. Koncept Phone Book - II. generace. In *Infotrans 2009*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2009, s. 93-98. ISBN 978-80-7395-171-9.
- [5] RATHOUSKÝ, B., CEMPÍREK, V. Technologies of Decreasing of Harmful Pollutants in Road Vehicles' Exhaust Gases. In *Transport, Health and Environment : IV Czech-Slovak Scientific Conference*. Brno : Centrum dopravního výzkumu, 2010, s. 143-148. ISBN 978-80-7399-141-8.
- [6] RATHOUSKÝ, B. Nabídka systému Ro-La a Modalohr pro silniční dopravce. In *CZ Intermodal 2010*. Pardubice : Institut Jana Pernera, o.p.s., 2010, s. 91-97. ISBN 978-80-86530-66-6.

OSTATNÍ ČINNOST DOKTORANDA

Pedagogická činnost

Výuka na *Katedře technologie a řízení dopravy* (KTRD):

- 1) Technologie a řízení dopravy – silniční doprava (cvičení),
- 2) Provozování silniční dopravy II (přednášky + cvičení),
- 3) Provozování silniční dopravy III (cvičení),
- 4) Logistické a přepravní technologie (cvičení),
- 5) Technologie ložných a skladových operací (cvičení),
- 6) Základy technologie a řízení dopravy (cvičení);
- 7) Optimalizace technologických procesů v dopravě (cvičení);
- 8) Hospodářská a dopravní geografie (cvičení).

V letech 2007-2011:

- vedení celkem 12 bakalářských prací a 4 diplomových prací;
- oponentury 3 bakalářských prací a 1 diplomové práce.

Přednáškový pobyt ERASMUS:

- Teaching mobility – *Technische Universität Bremen* (přednáškový pobyt; 07/2009).

Vědecká činnost

Člen řešitelského týmu projektů:

- 1) Projekt pro Ministerstvo dopravy ČR: *„Posouzení vlivu změny zákazů jízdy pro nákladní vozidla – Ekonomické dopady a přínosy pro dopravce, přepravce a společnost“*;
- 2) Projekt FP7 – Sustainable surface transport (SST)-2008-RTD-1, identifikační číslo projektu: FP7-SST-2008-RTD-1, název: *„Advanced logistics and intermodal transport in ship-rail-road terminals (ALTER)“*;
- 3) Projekt pro RÚVD: *„Metodologická specifikace přeprav ve vztahu k výkonovému a technickému členění“*;
- 4) Projekt PRIORITY 2007, identifikační číslo projektu: PRA/2007/23, název: *„Vytvoření výkladového vícejazyčného slovníku odborných pojmů z technologie a řízení dopravy“*
- 5) Projekt IVS: *Slovník odborných termínů kombinované přepravy* – externí výpomoc;

- 6) Projekt MDČR „*Optimalizace svozu a rozvozu malých zásilek s využitím silniční a železniční dopravy*“ – CG932-019-520;
- 7) Projekt SGS 2010 „*Studentská grantová soutěž*“ – RPO/0036/09.

Oponentní posudek:

- příručka EasyWay Evropské komise: TMS-DG06 „*Guideline for the deployment of HGV overtaking ban*“.

Ostatní činnost

- 1) Organizační zajištění předmětu *Odborná praxe I*;
- 2) tajemník u státních doktorských zkoušek;
- 3) tajemník u státních bakalářských/závěrečných zkoušek;
- 4) člen organizačních výborů konferencí pořádaných KTRD;
- 5) člen volební komise pro volbu kandidáta na funkci děkana DFJP.

Přílohy

Příloha č. 1



Zdroj: [83]

Obr. 1 Tahač s návěsem Eurotrailer v provedení valníků s plachtou



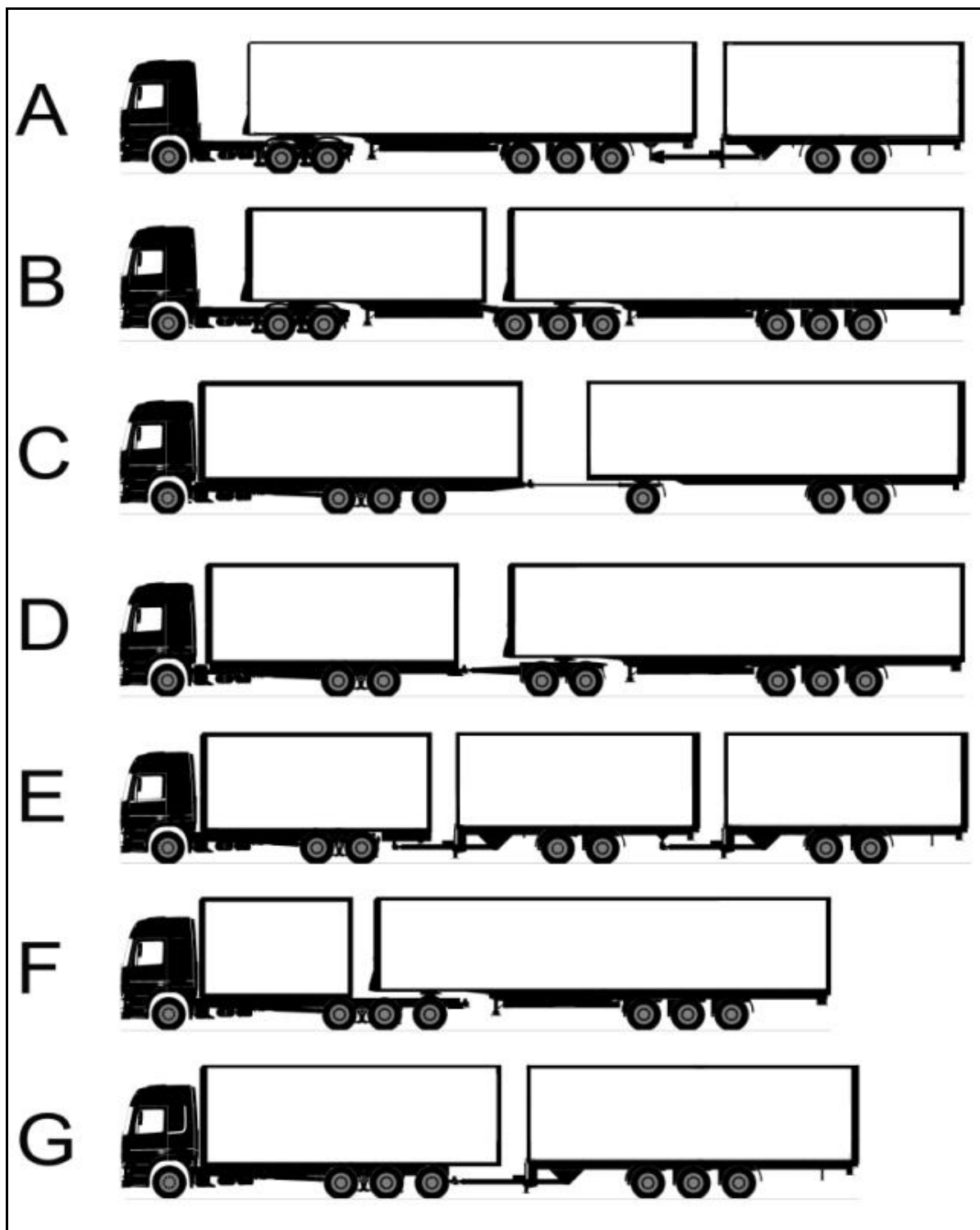
Zdroj: [83]

Obr. 2 Návěs Eurotrailer v provedení mrazící



Zdroj: [102]

Obr. 3 Vertikálně-manipulovatelná verze návěsu Eurotrailer



Zdroj: [126]

Obr. 1 Všechny varianty souprav EMS



Zdroj: [127]

Obr. 2 Nákladní automobil se dvěma tandemovými přívěsy



Zdroj: [128]

Obr. 3 Tahač se sedlovým návěsem interlink a standardním sedlovým návěsem



Zdroj: [128]

Obr. 4 Tahač se sedlovým návěsem interlink



Zdroj: [128]

Obr. 5 Tahač se sedlovým návěsem interlink



Zdroj: [129]

Obr. 6 Točnicový podvozek dolly



Zdroj: [129]

Obr. 7 Sedlový návěs na dvounápravovém točnicovém podvozku dolly

Příloha č. 3



Zdroj: [87]

Obr. 1 Souprava Interlink/SCM



Zdroj: [130]

Obr. 2 Souprava LZV Tr-ICS